

**ТРУДЫ  
XXIII МЕЖДУНАРОДНОГО КОНКУРСА  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ШКОЛЬНИКОВ  
«СТАРТ В НАУКУ»**

*Московский  
физико-технический институт  
(национальный  
исследовательский университет)*



**2021**  
**Долгопрудный**

# Список тезисов докладов

<b>Математические науки и программирование</b>	<b>1</b>
Визуализированная алгоритмизация тригонометрических уравнений с отбором корней на C# . . . . .	1
Автоматизация расстановки видеокамер в помещении . . . . .	3
Использование методов оптимизации на основе теории графов в спортивном ориентировании	6
Решение простейших геометрических задач и построение их чертежей с опорой на текстовые задачи . . . . .	8
Применение алгоритма роевого интеллекта для создания виртуальной электростанции для сетевых компаний, занимающихся передачей и распределением электроэнергии . . . .	10
Математические модели линейной регрессии и случайного леса в задачах рынка жилой недвижимости на примере г. Самары . . . . .	14
«Daily.Maps», онлайн-платформа для организации личных маршрутов и мероприятий . . .	16
Мобильное приложение «DiaOne» для улучшения самоконтроля людей с сахарным диабетом 1 типа . . . . .	18
Классификация органоидов, дифференцирующихся в сетчатку глаза, методом глубокого обучения с предобработкой данных . . . . .	19
Построение классификатора психофизиологических состояний индивида . . . . .	22
Голосовой ассистент на python 3 . . . . .	24
Разработка прототипа, способного помочь людям с повышенными потребностями зрения .	25
Выбор хода при автоматической игре в тетрис . . . . .	26
Распознавание печатного текста . . . . .	27
Распознавание печатного текста . . . . .	29
Автоматическое построение планиметрических рисунков . . . . .	30
Сервис «Одеваемся по погоде»: использование нейронных сетей для распознавания одежды на снимке и формирования рекомендаций . . . . .	32
Алгоритм нахождения наибольшей общей подпоследовательности для нескольких последовательностей Linear-MLCSk . . . . .	35
Автопилот для автономных необитаемых аппаратов «Малахит 5М» и «Посейдон» . . . . .	38
Автопилот для автономных необитаемых аппаратов «Малахит 5М» и «Посейдон» . . . . .	39
Система для обучения программированию и проверки знаний учащихся . . . . .	41
Исследование модифицированного метода дискретной суперпозиции с помощью компьютерной системы NMPUD . . . . .	43
Край в край . . . . .	45
Проблема построения совершенного кубоида в современной математике . . . . .	47
Сравнения Рамануджана для чисел тангенса . . . . .	48
Некоторые характеристики $m$ -многогранников . . . . .	50
Нелинейные рекуррентные последовательности . . . . .	52
Итерации функции Эйлера . . . . .	53
Четырёхугольники и отрезки . . . . .	54
Геометрический метод сравнения объектов при решении многокритериальных задач . . . .	60
Реберные степенные последовательности графов . . . . .	61
Свойство треугольников с общим основанием, вписанных в одну и ту же окружность . . .	63
Ортологичные треугольники . . . . .	66
<b>Фундаментальная и прикладная физика</b>	<b>67</b>
Моделирование свойств деформируемых твердых тел на основе октаэдрической модели . .	67

Разработка и исследование нагревателя на неодимовых магнитах . . . . .	72
Изучение эффекта Коанда на цилиндрических поверхностях . . . . .	74
Получение активных элементов ультразвукового локатора на основе пьезокерамики ниобата натрия–калия . . . . .	78
Определение факторов, влияющих на устойчивый переворот волчка Томсона . . . . .	80
Магнитный тормоз . . . . .	83
Исследование метода акустического резонанса для контроля прочности объектов . . . . .	87
Динамика взаимодействия шарообразных магнитов . . . . .	89
Изучение впитываемости бумаги . . . . .	91
Расчет долины деления тяжелых ядер в модели жидкой капли (на примере ядра $U^{236}$ ) . . . . .	92
Электромагнитные ускорители масс . . . . .	95
Влияние шероховатости поверхности стали на характеристики отражения света в дифракционной зоне . . . . .	97
Резиномотор на примере игрушки «Swing Thing» . . . . .	100
Модели для демонстрации физических явлений и эффектов . . . . .	102
Капельная электрогенерация . . . . .	105
Характеристики вращения эвольвентного конического маятника . . . . .	108
Чаепитие на планетах солнечной системы (при каких условиях кипит вода на других планетах) . . . . .	110
Магнит и спичка . . . . .	113
Безграничные возможности электромагнитного поля . . . . .	115
Концентратор рассеянного света . . . . .	117
Процессы расширения газов в тепловой машине . . . . .	120
Исследование взаимодействия сферических магнитов . . . . .	122
Катушка Тесла . . . . .	126
Изучение зависимости прочности тонкой перфорированной бумаги от ширины захвата при растяжении . . . . .	128
Задачи о взаимодействии тел при столкновении . . . . .	131
Применение методов компьютерной оптимизации для изучения свойств акустических метаматериалов . . . . .	134
Влияние температуры на ударную вязкость металлов . . . . .	136
Резонатор Гельмгольца с широким горлышком. Изучение и применение . . . . .	139
Определение коэффициента теплопроводности твёрдого тела . . . . .	142
Математическая модель движения на горных лыжах . . . . .	144
Исследование колебаний мыльной плёнки . . . . .	146
Простые установки для демонстрации физических явлений в домашних условиях . . . . .	149
Деформативность симметричных систем на упругих связях . . . . .	150
Применение законов физики для проектирования вентилируемого рабочего костюма . . . . .	153
Исследование литых легированных алюминиевых сплавов методом оптической металлографии . . . . .	155
Численное моделирование динамики V-образного зеркала под действием потока излучения . . . . .	158
Измерение радиационного поля окружающих предметов . . . . .	161
Исследование режимов работы повышающего преобразователя постоянного напряжения . . . . .	163
Грозовая ферма . . . . .	166
”Безопорное” взаимодействие. Парадокс и решение . . . . .	169
Изучение колебаний маятника с системой массивных пружин . . . . .	173
Деформация горящей спички . . . . .	176
Физика возникновения снежных лавин . . . . .	177
Невозвратный картезианский водолаз. Исследование условий плавания тел . . . . .	179
Определение геометрических размеров капли в зависимости от условий наблюдения . . . . .	180
Определение геометрических размеров капли в зависимости от условий наблюдения . . . . .	182
Явление синхронизации пламени свечей . . . . .	184
Распределение интенсивности в фокусе аберрационной цилиндрической линзы . . . . .	185
Исследование высокочастотного коронного разряда . . . . .	187
Факторы роста нитевидных кристаллов олова на медных подложках . . . . .	189
Фильтр из мыльной пленки . . . . .	191
Ультразвуковой насос . . . . .	192
Исследование вязкости жидкости . . . . .	193

<b>Фотоника, квантовая и молекулярная физика</b>	<b>195</b>
Почему радуга такой формы и такого цвета? . . . . .	195
Влияние различных видов теплопередачи на эффективность аккумуляции солнечной энергии . . . . .	197
Образование микроскопических конических выступов на поверхности меди под действием ионного облучения . . . . .	200
Использование лазерно-индуцированной микроплазмы для изготовления дифракционных элементов . . . . .	203
Биполярный транзистор с переходами полупроводник - металл и принципы его изготовления	204
Фотолуминесценция цветных стекол, хлорофилла и алюмооксидной керамики . . . . .	208
Упрочнение поверхности быстрорежущей стали с помощью дуплексной плазменной технологии . . . . .	210
Спектрофотометрия неорганических и органических окрашенных сред для изготовления светофильтров для нужд астрономии и художественной фотографии . . . . .	212
Получение и исследование магнитных свойств никелевых плёнок на меди . . . . .	216
<b>Астрофизика и аэрокосмические технологии</b>	<b>218</b>
Определение химического состава метеорного тела по спектру метеора . . . . .	218
Аэродинамическая труба. Аэродинамика самолёта . . . . .	222
Разработка системы спасения полезной нагрузки ракет . . . . .	224
Модель четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи с Землей для будущих поселений Марса . . . . .	228
Подбор начального приближения для граничных условий в задаче перелётов космического аппарата с двигателями малой тяги в системе Земля-Луна . . . . .	230
Разработка технологии поиска лучших строительных материалов . . . . .	232
Стенд для измерения тягового усилия газожидкостного реактивного двигателя . . . . .	234
Исследование связи между физическими свойствами горных пород . . . . .	236
Поиск околосолнечных комет SOHO . . . . .	238
Мобильный воздушный комплекс наблюдения для повышения эффективности деятельности МЧС России . . . . .	239
Количественный анализ полной массы гелия-3 лунной коры. Оценка рентабельности его добычи на Луне человеком . . . . .	241
Физика бумажного самолётика . . . . .	244
Анализ игрового пространства компьютерного симулятора Kerbal Space Program . . . . .	246
Исследование структуры и механических свойств деталей, полученных методом селективного лазерного сплавления . . . . .	248
Многофункциональная винтомоторная система беспилотного контактного зондирования озонового слоя Земли . . . . .	250
Моделирование спектроскопа . . . . .	253
Разработка и тестирование ионного двигателя на эффекте Холла внешнего принципа работы	257
Исследование поведения вращающегося винта вертолета в отсутствие раскручивающего момента . . . . .	259
Исследование характеристик аэродинамической трубы, сконструированной из подручных средств . . . . .	260
Износостойкость дорожного полотна в зависимости от погодных условий и сезонных явлений, способы его защиты . . . . .	261
Износостойкость дорожного полотна в зависимости от погодных условий и сезонных явлений, способы его защиты . . . . .	263
Звёздное небо Яна Гевелия . . . . .	265
Новый способ обнаружения переменных звёзд и других объектов . . . . .	267
Исследование Солнца посредством изучения его эмиссионного спектра . . . . .	269
Наблюдение и изучение кометы C/2020 F3 (NEOWISE) . . . . .	270
Перспективные технологии производства в современной авиации . . . . .	272
Изготовление простейшего датчика протечки воды и его исследование . . . . .	274
Грозы на средних широтах и солнечная активность . . . . .	276
Методы построения теней черных дыр . . . . .	277
Исследование влияния физических явлений на атмосферные процессы Земли . . . . .	279
<b>Радио-, робототехника и компьютерные системы</b>	<b>281</b>

Подводный аппарат Poseidon . . . . .	281
Гитарный усилитель с эффектом «дисторшн» и дистанционным управлением со смартфона	284
Самонастраивающийся светофор . . . . .	287
Автоматизированные системы электроэнергетики . . . . .	290
Проект умной автоматики для жилого помещения . . . . .	291
Исследование возможностей конструктора дополненной реальности spark ar studio для создания интерактивного пособия . . . . .	292
Создание машинки для соревнований в gogogase и нахождение оптимальных параметров её движения . . . . .	294
Автоматизированная система сцепки вагонов с локомотивом . . . . .	296
Система голосового управления «умным домом» . . . . .	297
Сельскохозяйственный беспилотный летательный аппарат . . . . .	298
Автоматизированная система предупреждения распространения открытых очагов возгорания . . . . .	300
Двухфакторная аутентификация (2FA) для безопасности учетной записи . . . . .	302
Как собрать 3D-принтер своими руками и подключить к домашней WiFi сети. . . . .	303
Школьная IoT система «Олег» . . . . .	305
Компактное программируемое устройство RFID (КПУ - RFID) . . . . .	306
Программируемый бюджетный портативный IC-автомат для диагностики и проверки логики цифровых микросхем . . . . .	307
Автоматизированный Робот-манипулятор . . . . .	310
Разработка и геймдизайн настольных игр с гейм-мастером на базе микроконтроллеров . . . . .	312
Беспилотный летательный аппарат средней дальности универсальный (грузовой) . . . . .	314
АСУП в школе есть?! . . . . .	316
Умное расписание . . . . .	320
Автономная система распознавания объектов и ситуационного анализа на бла с применением технологий искусственного интеллекта . . . . .	322
Бесконтактная оплата общественного транспорта на базе IOT и CNN . . . . .	323
Создание устройства, предотвращающего появление проблем со зрением при работе за компьютером . . . . .	324
Разработка системы навигации модели “умного автомобиля” . . . . .	327
Конструирование и программирование робота “Восток” . . . . .	328
Система контроля характеристик воздуха . . . . .	330
Пожарная сигнализация МАВ – 12 . . . . .	334
Робот-медицинский помощник Медиботик-1 . . . . .	336
Разработка прототипа протеза верхней конечности . . . . .	339
Система распознавания дорожных знаков «ИТС» . . . . .	341
Робот-пылесос, использующий энергию пыли . . . . .	346
Прямоходящий робот . . . . .	349
Создание модуля сбора данных с импульсных счетчиков энергоресурсов . . . . .	352
Самодельная приемная антенна для цифрового телевидения . . . . .	355
Пропускная Система контроля санитарногигиенических норм «Гендальф» . . . . .	356
Применение технологий искусственного интеллекта и компьютерного зрения в программировании робототехники . . . . .	357
Создание прототипа устройства, считывающего движения кисти человека . . . . .	359
Разработка роботизированного комплекса для сортировки и раздельного сбора мусора . . . . .	361
Робот-официант . . . . .	362
Разработка многопрофильного человекоподобного робота-андроида с системами искусственного интеллекта . . . . .	364
Разработка устройства имитации глаз . . . . .	367
Разработка фильтра электронных писем на основе методов машинного обучения как способ борьбы со спамом . . . . .	369
Безопасность интернета вещей . . . . .	371
Система безопасности в «Умном доме» . . . . .	373
Система для проведения интеллектуальных игр . . . . .	375
Автоматическая бесконтактная термометрическая система «эшелон-1» . . . . .	377
Устройства для беспроводной идентификации животных . . . . .	381

Исследование «качера Бровина», определение возможности его применения в образовательных и бытовых целях . . . . .	383
Робот-шагоход “proxima” . . . . .	384
<b>Биологическая и медицинская физика</b>	<b>385</b>
Изучение условий существования колоний микроорганизмов . . . . .	385
Сравнение активности ферментов сукцинатдегидрогеназы и лактатдегидрогеназы в иммунных клетках крови во время бодрствования и сна у якутских сусликов . . . . .	387
Комплекс экологического мониторинга в режиме реального времени . . . . .	389
Определение свойств лекарственных препаратов на основе составления математической модели их молекул . . . . .	394
Качественный анализ минеральной воды различных производителей региона Кавказские минеральные воды . . . . .	397
Влияние шумовой среды на человека в помещении (на примере самоизоляции) . . . . .	399
Упругие свойства костей (на примере костей ног свиньи) . . . . .	402
Применение информационных технологий для лечения COVID-19 . . . . .	403
Синтез наночастиц куркумина с использованием различных ПАВ, как потенциального противоспалительного средства . . . . .	405
Влияние ретинола на кожу при легкой форме акне . . . . .	407
Выравнивание результатов секвенирования на геном вируса Ebola . . . . .	410
Жёсткое окисление н-бутанола с получением полезных продуктов . . . . .	412
Моделирование процессов распространения эпидемий и физическое исследование средств защиты . . . . .	414
Проверка лекарственных препаратов на подлинность . . . . .	417
Биоактнг для детей «Построй и изучи свою модель ЗОЖ» . . . . .	418
Влияние внешних факторов на суточную активность и продуктивность пчелиной семьи . . . . .	421
Система автоматического полива комнатных растений . . . . .	424
Повышение энергоэффективности сельскохозяйственных предприятий в условиях Республики Марий Эл . . . . .	426
Замкнутая экосистема-источник электрической энергии . . . . .	428
Зависимость содержания бета-каротина от фазы вегетации растений . . . . .	429
Разработка методики сокращения сроков полового созревания рыб осетровых пород . . . . .	432
Система полуавтоматического капельного полива . . . . .	433
Использование технического зрения для скринингового исследования пика светимости бактерий с люциферазной активностью в зависимости от трендов кривых роста температуры . . . . .	436
Влияние электромагнитного излучения на биологическую активность почвы. . . . .	439
Исследование реакции эмбриогенеза кур Gallus gallus на воздействия гипогеомагнитного поля . . . . .	441
Сравнение эффективности выращивания свиней в домашних и производственных условиях в акционерном обществе «Черкизово» . . . . .	445
Гигиеническая экспертиза меда в домашних условиях . . . . .	448
Регуляторы роста растений на основе ацетилена . . . . .	450
Изготовление адыгейского сыра в домашних условиях . . . . .	452
Влияние электромагнитного излучения на биологическую активность почвы. . . . .	455
Изучение роста растений в условиях музыкального сопровождения . . . . .	457
Оптимизация контроля и управления влажностью почвы при промышленном выращивании сельскохозяйственных культур и в городских парковых зонах . . . . .	458
Сорбент из отходов. Биогенный абсорбирующий материал . . . . .	461
Образовательный проект Бактериальный биореактор . . . . .	463
Производство биогаза в домашних условиях. Изучение влияния биогаза на овощные культуры и на цветочно-декоративные растения . . . . .	465
Изучение технологии изготовления спиртосодержащих продуктов в домашних условиях . . . . .	467
Влияние “Зеленого пояса” на изменение климатических условий г. Нур-Султан . . . . .	469
Время сенсомоторной реакции как интегральный показатель скорости физических процессов генерации и проведения биоэлектрических импульсов . . . . .	471
Исследование волномерегуляции эритроцитов Sargurus caprio в условиях гипосмотического стресса in vitro . . . . .	473

RGB-таксис Trichoplax H2(Placozoa) . . . . .	475
Анализ и расчет бактерицидных рециркуляторов облучателей воздуха . . . . .	479
Исследование влияния различных факторов на сократимость искусственных мышц из нейлона . . . . .	482
Создание тренажёра для выработки навыков личной подписи у больных с ДЦП и с нарушением функций верхних конечностей . . . . .	485
Исследование перестроек биологических суспензий низкочастотными электрическими полями . . . . .	488
Экспериментальное определение коэффициента поверхностного натяжения различных жидкостей . . . . .	489
Исследование мостовой схемы уитстона для определения неэлектрических величин и применение результатов в медицинских целях . . . . .	492
Разработка абсорбционно-флуоресцентного анализатора биологической ткани . . . . .	494
<b>Бизнес-инновации и менеджмент</b>	<b>497</b>
Бизнес-план по созданию многофункциональной аптечки . . . . .	497
Разработка прибора для чистки самокатов . . . . .	500
Гидроаккумулятор для возобновляемых источников электроэнергии . . . . .	501
АтомГО (AtomGO). Делай свое будущее сейчас . . . . .	502
Сравнение современных методов аккумуляции электрической энергии . . . . .	505
Использование нейронных сетей для решения социально-значимых проблем . . . . .	510
Онлайн платформа JET . . . . .	512
Модернизация пассажирского вагона . . . . .	515
Новая технология утилизации жидких отходов алюминиевого производства с получением товарной продукции - сульфата натрия . . . . .	516
Разработка лабораторного комплекса для ранней диагностики заболеваний миокарда . . . . .	520
Биотопливо – путь к очищению планеты . . . . .	521
<b>Нано-, био-, информационные и когнитивные науки и технологии</b>	<b>523</b>
Рациональное использование побочных продуктов агропромышленного комплекса в экологических целях . . . . .	523
Изучение целлюлазной активности и биотестирование почв промышленных зон г.Сарапула . . . . .	525
Использование инструментальных методов для изучения поведения персидских ужей . . . . .	527
Берлинская лазурь - красивый пигмент и “умный катализатор” . . . . .	529
Выделение новых антибактериальных соединений из бактериальных культур . . . . .	531
«Perm bio sorb» Био-Нано-Сорбент для нефти и нефтепродуктов . . . . .	532
Создание изделий из вторично переработанной бумаги . . . . .	534
Исследование электрической активности коры полушарий большого мозга с помощью датчика ЭЭГ набора-конструктора «Юный нейромоделист» . . . . .	538
Синтез гидрокарбонатным соосаждением нанопорошков $ZnO$ и $Mg_{0,1}Zn_{0,9}O$ для фотокаталитического разложения органических веществ . . . . .	540
Антибиотикорезистентность микроорганизмов на поверхности телефона . . . . .	542
Исследование твердосмазочных покрытий $MoSx$ и анализ их свойств в условиях низких температур . . . . .	543
Электрохимический биосенсор мозгового натрийуретического пептида (преобразователь) . . . . .	545
Микромир живых организмов озера захребетное (поселок красное, ненецкий автономный округ) . . . . .	547
Ремонтный комплект для герметизации в полевых условиях ПАО «Газпром» . . . . .	548
Исследование шишечного субстрата для выращивания растений гидропонным методом . . . . .	549
Эффективность очистки воды от нефтепродуктов природными сорбентами . . . . .	551
Изучение взаимоотношений между диатомовыми водорослями <i>Fragilaria radians</i> и бактериями из озер Лабынкыр и Ворота . . . . .	552
Разработка и формирование антибактериального чехла для мобильного устройства с возможностью косвенного определения изменения температуры тела человека . . . . .	555
Поверхностно-активные вещества, пены и методы повышения их стойкости для получения эффективных пенобетонов . . . . .	557
Нарушение экологического баланса инвазивным видом <i>Heterocleum Sosnowskyi</i> на территории городского округа Домодедово: перспективы использования фуранокумаринов <i>H.Sosnowskyi</i> . . . . .	558

Влияние сенной палочки ( <i>Bacillus subtilis</i> ) на скорость прорастания пшеницы ( <i>Triticum</i> ) . . . . .	561
Конструирование и усовершенствование фотополимерного принтера в домашних условиях . . . . .	564
Оптимизация контроля и управления влажностью почвы при промышленном выращивании сельскохозяйственных культур и в городских парковых зонах . . . . .	565
Цифровая выставка в среде Unreal Engine как результат исследования культурного наследия Республики Башкортостан . . . . .	568
Сравнительный анализ эффективности разных способов обработки кожи рук . . . . .	570
Оценка качества воды Молдаванского пруда с целью предложения рекомендаций по его оздоровлению . . . . .	572
Значение сна и влияние его нарушений на общее состояние человека . . . . .	577
Изготовление зефира без сахара . . . . .	579
Анализ генетической структуры популяций <i>Bos grunniens</i> и <i>Bos taurus</i> . . . . .	581
Telegram-бот «Одевайся по погоде» . . . . .	582
«Adaptiv farm» . . . . .	585
Исследование влияния питания «фастфуд» на биологические функции живого организма на примере домашних кур . . . . .	587
Применение вермикулита и гуминового удобрения в рекультивации нефтезагрязненных почв . . . . .	591
Использование биоинформации для управления техническими устройствами . . . . .	595
Разработка начальных этапов клонального микроразмножения краснокнижного вида Наперстянки крупноцветковой <i>Digitalis grandiflora</i> M. с целью его дальнейшей реинтродукции . . . . .	596
Мемристор – будущее резистивной памяти . . . . .	598

# Математические науки и программирование

## Визуализированная алгоритмизация тригонометрических уравнений с отбором корней на C#

Автор:	ВАСИЛЬЕВ Георгий, 10 класс, г. Ижевск, школа Гармония
Научный руководитель:	КУЗНЕЦОВА Екатерина Андреевна, учитель математики
Научный руководитель:	ИВШИН Александр Николаевич, учитель информатики

С каждым годом информационные технологии всё сильнее проникают в нашу жизнь. Если в 2006 году количество принятых вакансий IT сферы составило всего 41 тысячу, то 2021 это число увеличилось до невообразимых 240 тысяч. То есть за какие-то 15 лет информационные технологии развились настолько, что необходимость квалифицированных специалистов растёт в геометрической прогрессии.

Конечно же, информационный прогресс не может не повлиять на жизни многих, в том числе и на детей. Ещё 20-30 лет назад каждый школьник мечтал о собственной ЭВМ, способной в миг решить за них любую задачу из алгебры или геометрии. Сейчас же благодаря преподаванию программирования в школах, каждый школьник может создать собственную ЭВМ для многих своих целей, будь то вычисление НОД или НОК, возведение в степень, нахождение простых чисел или же иные типы заданий.

Изучая материалы Единого государственного экзамена, такой целью для меня стала алгоритмизация тригонометрических уравнений, которые в популярном мобильном калькуляторе PhotoMath не могут быть решены с отбором корней, что является необходимым заданием на экзамене.

**Проблема:** можно ли запрограммировать решение тригонометрических уравнений с возможностью отбора корней, и на каком языке программирования это будет лучше всего реализовать

**Объект:** программирование и один из разделов математики – тригонометрия

**Предмет исследования:** тригонометрические уравнения из ЕГЭ

**Цель:** написать программу для решения максимально возможного количества тригонометрических уравнений с возможностью отбора корней

**Задачи:**

- Проанализировать существующие виды тригонометрических уравнений из ЕГЭ за последние 10 лет
- Провести сравнительный анализ подходящих языков программирования
- Создать оконную оболочку для записи уравнения
- Написать универсальный код для решения тригонометрических уравнений

**Методы:** теоретический анализ и синтез, классификация и обобщение материала, сравнение наиболее подходящих языков программирования

### Итоги работы

В результате проектно-исследовательской работы была написана полноценная программа, способная вычислять корни многих приведённых уравнений, представленных в классификации, с отбором на заданном промежутке. Цель проектно-исследовательской работы выполнена.

В дальнейшем планируется сделать возможным алгоритмизированное решение любых уравнений из самих заданий ЕГЭ с использованием нейронной самообучающейся сети, что позволит программе проводить все преобразования по вычислению коэффициентов и использование тригонометрических тождеств для упрощения уравнения. Это сделает программу абсолютно универсальной и возможной к комфортному использованию. В дополнение к этому планируется перенести приложение на мобильные платформы (Android и IOS), как помощь старшеклассникам с проверкой решения тригонометрических уравнений в школе. Если идея будет воплощена в жизнь, то с помощью рекламы появится и возможность монетизации продукта.

### Источники информации:

- 1) *Бонд Д.Г.* Unity и C# Геймдев от идеи до реализации – СПб, 2019.
- 2) *Бхаргава А.* Грокаем алгоритмы. Иллюстрированное пособие для программистов и любопытствующих. – СПб, 2017.
- 3) *Васильева Н.Л.* «Математика. В помощь выпускнику школы и абитуриенту» – СПб, 2019.
- 4) *Круглински Д.* и др. Программирование на Microsoft Visual C++ 6.0 для профессионалов – СПб, 2001.
- 5) *Мордкович А.Г.* Алгебра и начала математического анализа. 10 класс. В 2 ч. Ч. 1. Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений (профильный уровень) – М, 2009
- 6) *Письменный Д.Т.* Готовимся к экзамену по математике: математика для старшеклассников – М, 2008.
- 7) *Сканави М.И.* Сборник задач по математике для поступающих во втузы – М, 2013.
- 8) Федеральный институт педагогических измерений: [Электронный ресурс]. [Ссылка](#). (Дата обращения: 06.03.2021).
- 9) ЕГЭ-2021: задания, ответы, решения. Обучающая система Дмитрия Гущина: [Электронный ресурс]. [Ссылка](#). (Дата обращения: 04.03.2021).
- 10) *Ларин Александр Александрович.* Математика. Репетитор: [Электронный ресурс]. [Ссылка](#). (Дата обращения: 04.03.2021).
- 11) Wikipedia. Свободная энциклопедия: [Электронный ресурс]. [Ссылка](#). (Дата обращения: 01.03.2021).

## Автоматизация расстановки видеокамер в помещении

Авторы:

ДЕРВИС Максим Владимирович, МОШКОВИЧ Демид Александрович, ИГНАТОВИЧ Анастасия Андреевна, ГУО «Лицей БГУ», 10 класс информатико-математического профиля

Научный руководитель:

ЛАПО Анжелика Ивановна, учитель информатики, ГУО «Лицей БГУ»

**Цель работы:** разработать программное средство для автоматизации размещения камер в системе видеонаблюдения.

**Задачи:**

- 1) Изучить параметры видеокамер и качество их осмотра помещения.
- 2) Реализовать расстановку нескольких видеокамер с расчётом зон видимости и невидимости в помещении.
- 3) Найти и рассчитать параметры оптимизации размещения видеокамер.
- 4) Взяв за основу генетические алгоритмы, разработать алгоритм оптимизирующий расстановку.
- 5) Написать программу, реализующую разработанный алгоритм.
- 6) Проверить и доказать работоспособность созданного ПО на примере реального помещения.

**Научная новизна** данной работы отличается новаторством в исследуемой тематике, так как нами не было обнаружено ни одного программного средства, позволяющего в полной мере автоматизировать процесс поиска расстановки видеокамер. В процессе поиска альтернатив нами была рассмотрена программа JVSG, позволяющая моделировать системы видеонаблюдения. Однако предложенное ПО предназначено лишь для ручного проектирования систем видеонаблюдения и не предоставляет возможности для автоматизации этого процесса. Иные альтернативы, рассмотренные нами, также предназначались для ручного проектирования, поэтому, в результате поиска, готовых решений, находящихся в публичном доступе и полностью реализующих поставленные задачи, обнаружено не было.

**Практическая значимость.** Согласно статистике, использование видеокамер на данный момент является одним из самых эффективных способов борьбы с преступностью. Кроме того, использование систем видеонаблюдения позволяет организовать наблюдение за работой персонала внутри предприятия, а также обеспечить безопасную среду для сотрудников, которые работают с ответственностью и могут стать жертвами разного рода преступлений.

В период эпидемии особо актуальным стало использование видеокамер для прокторинга. С использованием прокторинга лицеисты участвовали в нескольких онлайн-олимпиадах. Поэтому проблема установки видеокамер для наблюдения за процессом стала актуальной и в Лицее БГУ.

Однако вследствие увеличения числа используемых видеокамер возрастает количество проблем, связанных с их использованием. Наиболее очевидными из них являются:

- ограничение по количеству и качеству камер, связанное с конечностью материальных ресурсов предприятий или любого другого учреждения, нуждающегося в системе видеонаблюдения
- сложность определения оптимальной расстановки заданного набора видеокамер, которая позволяет просматривать наибольшую территорию
- затруднения, возникающие при попытке определить наилучшее расположение видеокамер для достаточно большого помещения

Исходя из выше описанных проблем, возникает необходимость автоматизации размещения видеокамер. Поэтому можно утверждать, что данная тема является актуальной.

**Описание работы.** Разработанная программа включает в себя достаточно эффективное решение поставленных задач, а также удобный и интуитивно понятный графический пользовательский интерфейс.



В основе программы лежит генетический алгоритм, предполагающий использование таких понятий, как мутация, а также селекция для формирования очередного поколения, представляющего собой набор расстановок видеокамер. Мутация и селекция позволяют улучшать каждое новое поколение с точки зрения эффективности осмотра предоставленной территории.

Были проведены анализы других возможных алгоритмов и их параметров, а также проверка работоспособности разработанного программного обеспечения реальном помещении. Мы смоделировали выбранное здание в реализованном в нашей программе редакторе и сравнили эффективность расстановки, полученной с использованием созданного алгоритма, с той, которая существует на данный момент.

**Итоги исследования:** По результатам исследования полученных результатов, можно утверждать, что наша гипотеза подтвердилась на рассмотренных нами примерах. Кроме того, использование генетических алгоритмов при моделировании систем видеонаблюдения позволяет оптимизировать процесс расстановки и сократить общее число расходов.

#### Источники информации:

- 1) Статья о генетических алгоритмах на habr.com [Ссылка](#)
- 2) Документация Qt [Ссылка](#)
- 3) Документация C++ [Ссылка 1](#) [Ссылка 2](#)
- 4) Википедия [Ссылка](#)
- 5) Язык программирования C++, *Бьёрн Страуструп*
- 6) Qt 5.10. Профессиональное программирование на C++, *Макс Шлее*
- 7) Генетические алгоритмы, *Виктор Михайлович Курейчик, Владимир Викторович Курейчик, Леонид Анатольевич Гладков*

#### Приложение 1: Сравнение разных алгоритмов

Асимптотика	Жадный		Полный		Генетический		n	m	с	r
	Время	Количество	Время	Количество	Время	Количество				
Тест 1	0.03	83	0.03	83	0.15	83	5	5	1	100
Тест 2	1.37	315	inf	-	0.40	337	1	1	2	100
Тест 3	6.50	446	inf	-	0.65	454	1	1	0	100
Тест 4	55.49	1375	inf	-	4.79	1250	2	2	0	400
Тест 5	164.56	1883	inf	-	14.94	1550	2	2	1	800
Тест 6	344.58	2222	inf	-	29.84	1863	2	2	1	120
Тест 7	inf	-	inf	-	99.65	4666	4	4	2	200
Тест 8	inf	-	inf	-	115.43	5085	0	0	0	0
Тест 9	inf	-	inf	-	120.03	5874	5	5	3	200
Тест 10	inf	-	inf	-	122.34	12086	6	6	4	200

Таблица 1.

#### Приложение 2: Сравнение расстановок видеокамер на реальном помещении

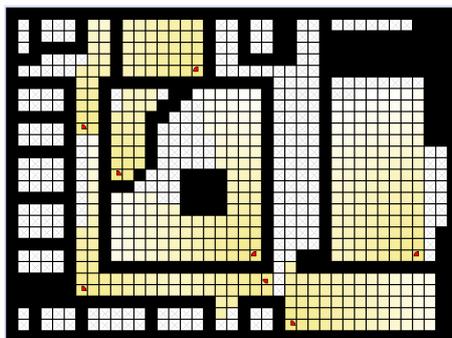


Рисунок 1. Существующая расстановка камер первого этажа здания Лицея БГУ

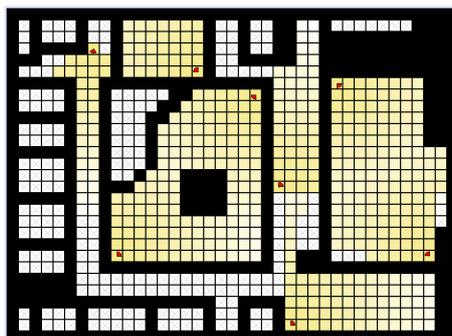


Рисунок 2. Расстановка камер первого этажа здания Лицея БГУ, полученная в результате работы алгоритма

## Использование методов оптимизации на основе теории графов в спортивном ориентировании

Автор:

ЕВДОКИМОВ Д.И., Смоленск, МБОУ «Гимназия №4» г. Смоленска

Научный руководитель:

ЛАГУТКИНА Эльвира Петровна

Один из разделов дискретной математики посвящен графам. Сферы применения графов довольно широки: электроника (нейро сети и микросхемы), строительство (например, схемы метро), логистика и многое другое.

Один из разделов дискретной математики посвящен графам. Сферы применения графов довольно широки: электроника (нейро сети и микросхемы), строительство (например, схемы метро), логистика и многое другое. А что если найти графам новое применение, например, в спорте, в частности спортивном ориентировании – где решающим является не только физическая подготовка, но и скорость принятия решения и выбор оптимального пути? Анализ литературных источников не дал ответа на поставленный вопрос.

Нами было проведено анкетирование ребят, занимающихся спортивным ориентированием. Результаты показали, что у большинства спортсменов есть интерес к новым методам и приемам, направленным на повышение их результатов. Более 40% респондентов готовы изучать несложные математические алгоритмы оптимизации прохождения маршрута в спортивном ориентировании

Анализ литературных источников и результаты анкетирования подтверждают актуальность исследования на тему «Использование методов оптимизации на основе теории графов в спортивном ориентировании».

**Проблема исследования:** Можно ли используя математические методы (в частности теорию графов) оптимизировать прохождение карты в спортивном ориентировании?

**Объект исследования:** теория графов

**Предмет исследования:** задачи поиска оптимального пути, решаемые на графах.

**Цель исследования:** Разработка метода поиска оптимального маршрута по карте в спортивном ориентировании на основе теории графов.

**Задачи исследования:**

- Изучить литературные и интернет ресурсы, посвященные и теории графов
- Изучить литературные и интернет ресурсы, посвященные спортивному ориентированию
- Изучить задачи поиска оптимального пути и методы их решения в теории графов.
- Изучить теоретические основы спортивного ориентирования.
- Разработать метод нахождения оптимального пути по картам в спортивном ориентировании на основе теории графов.
- Разработать и провести эксперимент, подтверждающий оптимальность предложенного метода.

**Гипотеза исследования:** Применение алгоритма поиска оптимального пути теории графов в спортивном ориентировании позволит улучшить результаты прохождения маршрута.

**Методы исследования:** Теоретические: анализ, синтез, аналогия, обобщение, классификация. Практические: измерение, описание, сравнение, анкетирование, эксперимент.

В ходе реализации поставленных задач были достигнуты следующие результаты:

- 1) Изучены основные понятия теории графов: рассмотрены виды графов, приведены примеры задач, решаемые на графах.



- 2) Изучена постановка и некоторые методы решения задачи коммивояжера с помощью теории графов. Подробно изучен жадный алгоритм решения задачи коммивояжера.
- 3) Изучены особенности спортивного ориентирования, виды соревнований, специфика тактической подготовки спортсменов в спортивном ориентировании.
- 4) Разработан алгоритм нахождения оптимального пути в соревнованиях «по выбору» в спортивном ориентировании на основе жадного алгоритма теории графов. Алгоритм реализован на примере городской карты и карты лесопарковой зоны.
- 5) Разработаны методы оптимизации пути, построенного на основе разработанного алгоритма.
- 6) Проведена апробация разработанного алгоритма на тренировках по спортивному ориентированию.

Результаты проведенного эксперимента показывают состоятельность предложенного метода и подтверждают поставленную гипотезу.

Разработанные материалы могут быть полезны ребятам, занимающимся спортивным ориентированием, а также тренерам для проведения занятий по тактической подготовки спортсменов. Указанные положения составляют практическую значимость проведенного исследования.

## Решение простейших геометрических задач и построение их чертежей с опорой на текстовые задачи

Автор:

ЗУЕВ Г. А., Россия, Москва, ГБОУ Школа №1535

### Актуальность проекта

Идея данного проекта продиктована необходимостью автоматизированного решения геометрических задач разных типов. Поскольку многие люди сталкиваются в своей жизни с геометрическими задачами, было предпринято большое количество попыток упростить процесс их решения при помощи программирования. Но так как в геометрии существует колоссальное количество как задач, так и подходов к решению их, людям ещё не удалось написать единую и универсальную программу для нахождения ответов на поставленную задачу.

В процессе подготовки проекта были проанализированы существующие решения:

- Приложение “Геометрия (Pocket Edition)” [3] предоставляет возможность пользователю нарисовать самому нужный ему геометрический чертёж и задать по нему его данные. Неудобство состоит в том, что человек сам не всегда способен построить интересующий его чертёж. Также это приложение создано только для платформы IOS.
- В приложение “GeoGebra” [2] можно создать практически любой 2D чертёж, но нет встроенного механизма для решения задач.
- Приложение “allcalc” [1] представляет из себя собрание множеств разнообразных онлайн калькуляторов, способных помочь нам при решении геометрических задач, но оно не способно самостоятельно определять нужный в данный момент калькулятор, так как нет возможности ввода задачи.

Проект нацелен на ликвидацию недостатков, имеющихся у вышеописанных приложений. Это определило **цель проекта**: разработать приложение для решения геометрических задач и построения чертежа, основанном на тексте задачи.

### Цель определила задачи проекта:

- 1) Научиться программировать на JS с помощью интернет ресурсов [4].
- 2) Разработать интерфейс.
- 3) Реализовать работающий прототип:

Прототип будет работать только с одной геометрической фигурой - треугольником.

Для этого прототипа программа должна:

- 1) Анализировать заданный текст;
- 2) Аналитически решать поставленную ему задачу;
- 3) Построить чертёж к задаче.
- 4) Дополнить систему возможностью задавать вопросы по теме треугольников (признаки, свойства).
- 5) Опробовать и протестировать приложение, получить обратную связь от тестировщиков (одноклассников) и доработать её.
- 6) Создать исполняемый файл, документировать проект, определить направления развития.

Изначально проект подразумевался как мобильное приложения, но в ходе реализации было решено создать web-сайт. Далее потребовалось запрограммировать “оболочку” проекта, чтобы написать рабочий прототип по нему, а затем, если понадобится, просто изменить интерфейс. Все части проекта связаны друг с другом, вследствие чего пользователь с лёгкостью можно попасть из любой страницы приложения на другую. Сначала были написаны прототипы других страниц программы, затем за главную был взят интерфейс и большинство последующего времени было потрачено на его усовершенствование. Добавляя по ходу реализации множество функций, облегчалась коммуникация пользователя с приложением, делаю его ещё проще в использовании.

Первый этап разработки был обучения навыкам, требующимся для реализации проекта. Второй этап состоял из создания интерфейса, соответствующего заданным требованиям. Третий этап - добавление программе возможность анализировать текст и строить по нему чертёж. Конечный результат этого этапа представлен на риунке 1. Заключительной частью стала документация проекта.

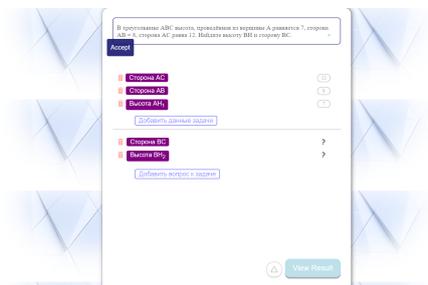


Рис. 1 Вид рабочего прототипа интерфейса.

После завершения работы над прототип программы был проведён сравнительный анализ, результаты которого представлены в таблице 1.



Таблица 1. Сравнительные характеристики приложений

**В итоге** цель проекта выполнена полностью: выполнен прототип рабочего приложения с заявленными характеристиками.

Дальнейшее развитие проекта:

- 1) Добавление геометрических фигур, распознаваемых программой
- 2) Расширение сервисных функций
- 3) Добавление возможности изменения чертежа вручную, (добавление некоторых функций, похожих на приложение GeoGebra [2] для более удобного пользования приложением.)

#### Источники информации:

- 1) Приложение "allcalc" [Ссылка](#) (дата обращения: 31.01.2020).
- 2) Приложение "GeoGebra" [Ссылка](#) (дата обращения: 31.01.2020).
- 3) Приложение "Геометрия(Pocket Edition)" URL: (Геометрия Pocket Edition — поэтапное решение задач из школьной программы)(дата обращения: 31.01.2020).
- 4) Обучение на HTML Academy [Ссылка](#) (дата обращения: 31.01.2020).

## Применение алгоритма роевого интеллекта для создания виртуальной электростанции для сетевых компаний, занимающихся передачей и распределением электроэнергии

Автор:

ИЗРАИЛЕВА Арина Владимировна, МБОУ «БГЛ №2 им. М. В. Ломоносова» 11 класс

Научный руководитель:

ИЗРАИЛЕВ Владимир Яковлевич, к.т.н., доцент кафедры «Информатика и программное обеспечение» БГТУ

**Цель:** Разработать программную реализацию, моделирующую работу виртуальной электростанции (Virtual Power Plant - VPP). Проверить работоспособность разработанной программной модели на реальных данных.

### Задачи:

- Проанализировать эффективность использования ВИЭ в рамках действующего законодательства
- Рассмотреть структуру рынка электроэнергии в России, его ограничения
- Провести анализ существующих решений
- Выделить параметры, важные для оптимальной работы VPP
- Разработать математический алгоритм оптимизации расходов VPP
- Разработать полный алгоритм и программную реализацию работы VPP за одни сутки (одного раунда торгов)
- Ознакомиться с современными технологиями разработки программного обеспечения, необходимыми для реализации спроектированного оригинального алгоритма
- Спроектировать и разработать программу, реализующую один раунд торгов
- Рассчитать экономический эффект от применения разработанного программного решения

### Постановка проблемы и актуальность работы:

В России использование распределенной возобновляемой энергетики ограничено законодательством. Поэтому, владельцам генераторов приходится дополнительно платить за цифровые системы учета для продажи избытка генерации, а также платить сетевой компании по обыкновенному тарифу. VPP – лучшее на сегодняшний день решение этой проблемы для рынка электроэнергии России.

### Устройство VPP

Участники платформы (крупные генераторы, потребители, просьюмеры и сетевая компания) распределяются на локальные группы. Каждый пользователь и каждая подгруппа имеет своего виртуального двойника, который отвечает за обмен информацией.

От каждого виртуального двойника подгруппы информация поступает в VPP, где с помощью алгоритма роевого интеллекта принимается решение о том, как распорядиться ресурсами генерации, или где пополнить недостаток. Каждый просьюмер следует указаниям VPP для зарядки или разрядки аккумулятора и выходит, соответственно, с запросом или предложением на внутренний или внешний рынки. Схема устройства VPP проиллюстрирована на рис. 1 приложения.

### VPP и рынки электроэнергии:

VPP постоянно является участником внутреннего рынка электроэнергии, обеспечивая обмен электроэнергией между участками платформы и закупая недостаток электроэнергии у сетевой компании.

При излишке генерации или благоприятной для спекуляции ситуации на рынке VPP через сетевую компанию становится участником внешнего (оптового) рынка электроэнергии.

### Математическая модель:

Алгоритм основан на математической модели метода роя частиц (SI PSO), одного из наиболее эффективных роевых алгоритмов.



Метод роя частиц – это алгоритм поиска экстремума функции посредством организованного взаимодействия частиц (агентов) и их популяций. Каждая частица, проходя по различным значениям функции (решениям задачи оптимизации), запоминает свое лучшее положение. Из всех лучших решений частиц выбирается лучшее решение для всей популяции (роя). Затем для всех роев (мультироя) выбирается лучшее решение.

Во время работы SI PSO каждая частица изменяет свое положение каждую итерацию алгоритма. Изменение положения частицы определяется ее скоростью. Скорость изменения положения для каждой частицы определяется по формуле:

$$v_{(k+1)} = \alpha \cdot v_k + r \cdot \beta \cdot (\rho_{\text{particle}} - \rho_{\text{current}}) + r \cdot \gamma \cdot (\rho_{\text{swarm}} - \rho_{\text{current}}) + r \cdot \delta \cdot (\rho_{\text{multiswarm}} - \rho_{\text{current}}),$$

где  $v$  - предыдущая скорость частицы,  $\rho_{\text{current}}$  - текущее положение частицы,  $\rho_{\text{particle}}$  - лучшее положение данной частицы,  $\rho_{\text{swarm}}$  - лучшее положение популяции данной частицы (роя),  $\rho_{\text{multiswarm}}$  - лучшее положение среди всех популяций (мультироя),  $\alpha$  - параметр инерции,  $\beta$  - когнитивный вес,  $\gamma$  - социальный вес,  $\delta$  - глобальный вес,  $k$  - номер итерации.

Блок-схема алгоритма метода роя частиц представлена на рисунке 2 приложения

#### Полный алгоритм:

Так как генерация электроэнергии ВИЭ нестабильна, что обусловлено непостоянством погодных условий, мной было выделено четыре различных поведения:

- 1) “Продать-накопить” (sell-accumulate) - только при избытке генерации;
- 2) “Купить-накопить” (buy-accumulate) - при любом соотношении генерации и потребления;
- 3) “Продать-разрядить” (sell-discharge) - при любом соотношении генерации и потребления;
- 4) “Купить-разрядить” (buy-discharge) - только при недостатке генерации.

После получения на вход информации об энергетических ресурсах роевой алгоритм SI PSO находит наилучшее решение для каждого поведения. Затем алгоритм выбирает поведение с лучшим решением (снижением расхода на электроэнергию).

Полный алгоритм работы VPP проиллюстрирован на блок-схеме рисунка 3 приложения.

#### Актуальность, значимость и новизна работы:

- 1) VPP объединяет обыкновенных потребителей, традиционные и возобновляемые источники энергии и сетевую компанию, управляя всеми компонентами, как единой платформой.
- 2) Функционирует в рамках Федерального Закона об электроэнергетике. Цены на платформе устанавливаются в границах тарифов.
- 3) Предложенное решение основано на применении алгоритма оптимизации – метода роя частиц. Благодаря этому система исключает возможность потери энергетических ресурсов, снижает расходы на электроэнергию для потребителей и увеличивает прибыль сетевой компании. Подобные алгоритмы ранее не применялись в конкурентных продуктах.
- 4) VPP использует алгоритм peak-shaving для снижения нагрузки сети.

#### Итоги работы:

- 1) Программная реализация  
Описанный полный алгоритм реализован в виде кроссплатформенного приложения с использованием стека технологий Java. Применяемая интегрированная среда разработки – IntelliJ Idea Community 2020.3.2.
- 2) Экономический эффект разработанного решения:  
Разработанный программный комплекс был апробирован на реальных данных профилей потребления четырех удаленных поселков Горного Алтая: Кош-Агач, Улаган, Акташ и Инин, с общей численностью населения 16'000 человек.

Данные генерации были получены с помощью программы HOMER Pro версии 3.14.

Потребление в исследуемых населенных пунктах составляет 3,6ГВт\*ч ежегодно. В то время как генерация системой ВИЭ составит 5,6ГВт\*ч, 2ГВт\*ч поступят на внешний рынок. То есть, излишек генерации будет продан сетевой компании.

Оказалось, что от продажи электроэнергии компания будет получать 2.7 млн прибыли в год. Таким образом, период окупаемости приобретенного дорогостоящего оборудования составит 6,5 лет.

### Источники информации:

- 1) Об электроэнергетике [Текст]: Федеральный закон от 28 янв. 2021 г.
- 2) GIS Возобновляемые источники энергии в России [Электронный ресурс]: карта СЭС/ Научно образовательный центр "Возобновляемые источники энергии Географический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, Объединенный институт высоких температур РАН. – Электрон. карта. – режим доступа: [Ссылка](#)
- 3) GIS Возобновляемые источники энергии в России [Электронный ресурс]: карта ВЭС/ Научно образовательный центр "Возобновляемые источники энергии Географический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, Объединенный институт высоких температур РАН. – Электрон. карта. – режим доступа: [Ссылка](#)
- 4) *Karmiris, G.* Peak shaving control method for energy storage [Текст]/ *G. Karmiris, Tengné T.* - ABB AB, Corporate Research Center, Västerås, Sweden, 2013 . – 6 стр.
- 5) *Матренин, П. В.* Разработка адаптивных алгоритмов роевого интеллекта в проектировании и управлении техническими системами [Текст]: дис. на соиск. уч. ст. кан. тех. наук. – Новосибирск, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», 2018 . – 197 стр.
- 6) *Манусов, В. З.* Применение алгоритмов роевого интеллекта в управлении генерирующим потребителем с возобновляемыми источниками энергии / *В.З. Манусов, П.В. Матренин, Н. Хасанзода* [Текст] . – Новосибирск, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», 2019 . – 20 стр.
- 7) *Карпенко, А. П.* Ко-эволюционный алгоритм глобальной оптимизации на основе алгоритма роя частиц [Текст] / *А. П. Карпенко, Е. Ю. Воробьева* . – Москва, Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана 2013 . – 44 стр.
- 8) *Hu X., Eberhart R.* Solving Constrained Nonlinear Optimization Problems with Particle Swarm Optimization [Текст]. - 6th World Multiconference Syst. Cybern. Informatics. Orlando, Florida, USA, 2002. - стр. 203–206.
- 9) *Водолазский, И. А.* Роевой интеллект и его наиболее распространённые методы реализации / *И. А. Водолазский, А. С. Егоров, А. В. Краснов* [Текст]. - Молодой ученый № 4 (138), 2017. — с. 147-153.
- 10) *Номег Pro version 3.14 user manual* [Текст]. – Номег Energy, 2020 г. – 416 стр.
- 11) *Хорстманн, Кей С.* Java. Библиотека профессионала. Том 1. Основы. -Москва: Диалектика, 2019 г. – 864 с.
- 12) *Хорстманн, Кей С.* Java. Библиотека профессионала. Том 2. Расширенные средства программирования. - Москва: Вильямс, 2020 г. – 864 с.

### Приложение

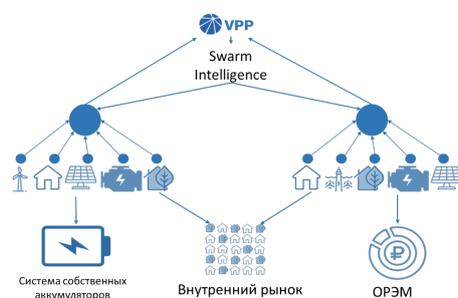


Рис. 1. Схема устройства VPP

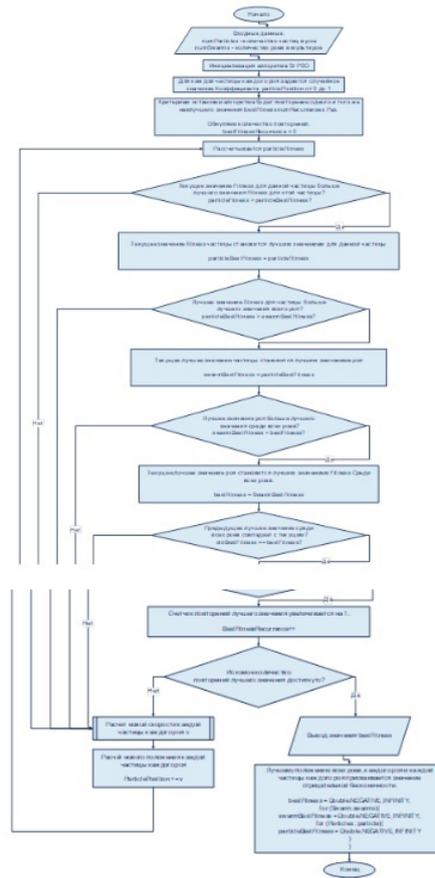


Рис. 2. Блок-схема алгоритма метода роя частиц (SI PSO)

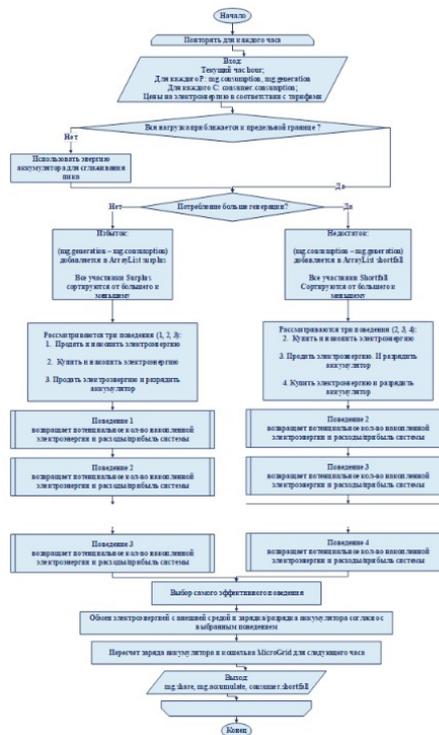


Рис. 3. Блок-схема алгоритма управления VPP

## Математические модели линейной регрессии и случайного леса в задачах рынка жилой недвижимости на примере г. Самары

Автор:	ИКЛАСОВА Екатерина Сергеевна, МБОУ Школа № 3 г.о. Самара, 10 класс физико-математического профиля
Научный руководитель:	РЫЛОВА Галина Александровна, учитель математики высшей квалификационной категории
Научный консультант:	ФАЙН Максим Кириллович, старший преподаватель кафедры высшей математики Самарского университета

**Цель работы:** решение задач рынка жилой недвижимости г. Самара с помощью методов машинного обучения (линейная регрессия и случайный лес).

### Задачи:

- 1) Сбор и анализ данных по рынку жилой недвижимости в г. Самара.
- 2) Разработка математических моделей на базе методов машинного обучения для прогнозирования стоимости квадратного метра квартиры.
- 3) Создание программного комплекса на языке Python на базе разработанных моделей.
- 4) Определение совокупности объектов недвижимости в г. Самара, стоимость квадратного метра которых ниже величины, предсказанной разработанными моделями.
- 5) Предсказание стоимости объекта жилой недвижимости в г. Самара по его расположению (долгота и широта).

**Гипотеза:** цена квадратного метра квартиры зависит от места расположения этой квартиры.

**Практическая значимость.** С каждым годом во всех сферах деятельности человека накапливается всё большее количество информации, причём её объём растёт зачастую экспоненциально. В связи с этим, всё большую популярность набирают методы получения, обработки и хранения информации. Любое предприятие, достигающее определённого размера, вынуждено в своей деятельности использовать методы машинного обучения для автоматизированного анализа информации.

В то же время, физическим лицам становится всё сложнее ориентироваться в растущем потоке данных, а самостоятельная обработка информации в некоторых моментах становится практически непосильным занятием. Одной из таких задач, с которой сталкивается каждый человек, является анализ рынка жилой недвижимости в своём городе и подбор наиболее подходящего объекта для покупки, либо расчёт цены своего объекта для продажи.

Сейчас самыми популярными сайтами, агрегирующими подобную информацию, являются: авито, юла, недвижимость mail.ru, циан, домофонд и др. Актуальным видится разработка алгоритма, способного на основе имеющихся объявлений прогнозировать стоимость квартиры для продажи, а также подбирать наиболее выгодные предложения из существующих.

**Описание работы.** В первой главе изучены такие методы машинного обучения, как линейная регрессия и случайный лес.

Во второй главе разработаны математические модели на базе метода линейной регрессии и случайного леса для решения задач рынка жилой недвижимости на примере г. Самары, проведено сравнение работоспособности моделей.

Решение поставленных задач проводилось с помощью авторского программного комплекса, созданного на языке Python (Jupyter Notebook). Основными источниками данных по объектам жилой недвижимости в РФ являются следующие сайты: domofond.ru, cian.ru, avito.ru. В данной работе объекты недвижимости брались с сайта domofond, т.к. cian защищает свои данные, а у avito отсутствует возможность выделения областей на карт.

Для выполнения поставленных задач был разработан программный комплекс на базе методов машинного обучения (линейная регрессия и случайный лес), оценена адекватность применяемых методов, проведено их сравнение, а также сделаны выводы о масштабируемости предлагаемого подхода, например, на другие регионы.

Разработанный программный комплекс состоит из следующих основных блоков:

- 1) получение исходных данных;
- 2) создание обучающей выборки на основе исходных данных;
- 3) выдвижение гипотезы на основе визуализации обучающей выборки;
- 4) применение методов линейной регрессии и случайного леса на обучающей выборке;
- 5) оценка качества моделей, выводы.

В третьей главе представлены результаты, полученные с помощью разработанного программного комплекса на языке Python, в соответствии с поставленными задачами:

- Определение совокупности объектов недвижимости в г. Самара, стоимость квадратного метра которых ниже величины, предсказанной разработанными моделями.
- Предсказание стоимости объекта жилой недвижимости в г. Самара по его расположению.

**Итоги исследования:** В данной работе получены следующие результаты:

- 1) Собраны и проанализированы данные по рынку жилой недвижимости в г. Самара.
- 2) Разработаны математические модели на базе методов машинного обучения для прогнозирования стоимости квадратного метра квартиры.
- 3) Создан программный комплекс на языке Python на базе разработанных моделей.
- 4) Определены совокупности объектов недвижимости в г. Самара, стоимость квадратного метра которых ниже величины, предсказанной разработанными моделями.
- 5) Предсказаны стоимости объекта жилой недвижимости в г. Самара по его расположению (долгота и широта).

При выполнении работы получены следующие **выводы:**

- 1) Разработанный алгоритм будет лучше использоваться для новостроек.
- 2) Алгоритм, разработанный в ходе работы, может применяться не только для г. Самары, но и для других регионов.

## «Daily.Maps», онлайн-платформа для организации личных маршрутов и мероприятий

**Авторы:**

КАЙКОВ Артем Кириллович, ПЕРЕМЕТЬЕВ Александр Дмитриевич, ДАНИЛОВ Дмитрий Юрьевич, БОУ «Лицей №64» г. Омск Омской области, 10 класс физико-математического профиля;

**Научный руководитель:**

МОРОЗОВ Антон Дмитриевич, педагог дополнительного образования БОУ ДО «ЦТ «Созвездие» г. Омск Омской области

**Цель работы:** разработка онлайн-платформы, позволяющей составлять личные маршруты, а также организовывать мероприятия, отображая их на электронной карте населенного пункта.

**Задачи:**

- 1) Анализ существующих решений
- 2) Выбор технологий, необходимых для реализации проекта.
- 3) Реализация серверной части проект.
- 4) Реализация клиентской части проекта
- 5) Создание алгоритма оптимизации пользовательского маршрута
- 6) Организация возможности взаимодействия пользователей в приложении (мероприятия, чат и т.д.).
- 7) Тестирование и устранение ошибок в работе сервиса.

**Практическая значимость.** В настоящее время социальная жизнь многих людей очень насыщена различными мероприятиями и встречами, контактами с другими людьми. Круг общения современного человека гораздо шире, чем когда-либо раньше. Помимо этого, ежедневно ему приходится выполнять множество различных заданий, которые зачастую расположены в разных частях города. Все это приводит к тому, что с добавлением каждого нового задания в список дел становится все сложнее составить свой маршрут, не нарушив установленное расписание, а планирование и организация мероприятий становится трудной задачей, требующей использования дополнительных средств и ресурсов.

Данная платформа позволит упростить составление личного списка дел и заметно облегчить процесс организации публичных мероприятий, а также поможет экономить время путем оптимизации пользовательского списка дел.

**Описание работы.** «Daily.Maps» включает в себя функции органайзера и работу с картами. Можно добавлять, редактировать, удалять, отмечать выполненные задания, а также привязывать их к конкретному месту на карте. После составления листа заданий появляется возможность построить маршрут по карте. При построении маршрута применяется специальный алгоритм, который оптимизирует времена начала выполнения заданий, достигая минимального сдвига задач от заданного времени с учетом их приоритетов. Пользователь может сохранять листы с заданиями и делиться ими с другими людьми. Это позволяет наглядно рассказывать о своих планах.

Помимо этого, пользователи могут создавать события – задания, размещаемые публично на карте с целью привлечения к участию в нем других людей. Это позволяет проще организовывать различные мероприятия за счет интеграции его в листы заданий и возможности отслеживания состояния каждого из участников. К тому же, это может сильно упростить процесс поиска компании.

Проект имеет клиент-серверную архитектуру, основная логика вынесена на сервер, чтобы не нагружать устройства пользователей лишними вычислениями. Серверная часть была реализована на языке программирования JavaScript с использованием Node.js, MongoDB, Socket.io, JSONWebToken и ряда других технологий. Клиентская часть написана с использованием фреймворка React Native, а также картографических сервисов от MapBox.

Алгоритм оптимизации листа заданий был реализован на языке программирования C++ и выполняется на стороне сервера. В начале задания, стоящие рядом, объединяются в непрерывные цепи

заданий. Далее, в каждой из цепей строятся графики штрафа для каждого из заданий. После чего строится общий график цепи, равный сумме графиков всех заданий. Далее при помощи алгоритма сканирующей прямой находится минимум общего графика, когда угловой коэффициент наклона меняет свой знак. В результате вычисляется оптимум каждой цепи и оптимальное время для каждого задания.

**Итоги работы:** в результате проделанной работы была реализована «Daily.Maps», позволяющая составлять личные маршруты, а также организовывать мероприятия, отображая их на электронной карте населенного пункта. Она позволит людям эффективнее планировать свое время и легче кооперировать свои планы с другими людьми. В настоящее время онлайн-платформа проходит этап закрытого тестирования и готовится к публикации. Она активно развивается и со временем будет появляться все больше разнообразных функций, улучшающих пользовательский опыт.

## Мобильное приложение «DiaOne» для улучшения самоконтроля людей с сахарным диабетом 1 типа

Авторы:

КАШАПОВ Тигран, САТТАРОВ Айдар, МБОУ лицей №2 Бугульминского муниципального района

Научный руководитель:

БРОННИКОВА Наталья Владимировна, учитель информатики МБОУ лицей №2 Бугульминского муниципального района, к.п.н.

В современном мире сахарный диабет – это уже не просто болезнь. Он выходит в ряд важнейших медико-социальных проблем современного общества. По большинству оценок, в мире сахарным диабетом болеют сейчас около 300 млн человек, в России – около 2,5 млн. Причем динамика распространения этой тяжелейшей болезни нарастает. Медики и ученые говорят уже о «неинфекционной эпидемии» диабета. Особую тревогу вызывает тенденция к «омоложению» болезни. Количество детей и подростков, больных диабетом 1-го типа, ежегодно увеличивается примерно на 15 процентов.

Поэтому актуальность разработки мобильного приложения «DiaOne» складывается из ряда факторов: стремительный рост заболеваемости, высокая смертность в результате осложнений диабета, потребность пациентов в постоянном самоконтроле и необходимости консультации с лечащим врачом.

На основе перечисленных предпосылок, была поставлена **цель проекта** – разработать мобильное приложение для эффективного самоконтроля и своевременной коррекции сахарного диабета «DiaOne»

Для достижения указанной цели поставлены следующие **задачи**:

- 1) Провести обзор систем-аналогов и сделать анализ существующих решений;
- 2) Выбрать подходящие инструменты разработки, изучить их и применить;
- 3) Разработать общую структуру приложения, предусмотрев все необходимые варианты использования, и алгоритм его работы;
- 4) Разработать дизайн графического интерфейса пользователя таким, чтобы программа сохраняла свой эстетический вид, удобство и функциональность как на большом мониторе, так и на маленьком дисплее смартфона;
- 5) Провести тестирование и отладку мобильного приложения.

Мобильное приложение, написано на языках программирования JavaScript, Python. Серверная часть реализована с помощью серверного фреймворка Flask и PeeWee.

Приложение имеет следующие функции:

- Дневник самоконтроля, который позволяет записывать, хранить результаты замеров сахаров, информацию о введенных дозах инсулина, и о съеденной еде во время приёма пищи с указанием количества хлебных единиц. Информация из дневника самоконтроля пациента автоматически отображается в профиле врача.
- Статистика – информация о средних показателях сахара за сутки, за неделю и за месяц, позволяющую врачу и пациенту оценить степень компенсации сахарного диабета.
- Чат с врачом – позволяет пациенту задать вопрос по поводу течения заболевания и даёт возможность врачу опровергнуть рекомендации по коррекции инсулинотерапии и/или диетотерапии. В профиле врача присутствует редактируемый график он-лайн консультаций, который отображается в профиле пациента.

Приложение DiaOne может использоваться молодыми людьми, подростками, их родителями как в больнице, в начале заболевания при установлении базальных доз инсулина, так и при самоконтроле пациента на постоянной основе вне стационара, что подтверждено экспертным заключением заместителя главного врача по поликлинической работе ГАУЗ Бугульминской центральной районной больницы Мироновой И.М. Кроме того, мобильное приложение «DiaOne» получило одобрение Президента Республики Татарстан Р.Н.Минниханова встрече с проектными молодёжными командами города Бугульмы в августе 2020 года.



## Классификация органоидов, дифференцирующихся в сетчатку глаза, методом глубокого обучения с предобработкой данных

Авторы:	СЕМЕНО Мария, школа ОАНО “Школа “Летово”, Москва, КОЛОМЫТЦЕВА Екатерина, Предвуниверсарий МАИ, Москва
Научный руководитель:	ИБРАГИМОВ Алишер, физический факультет МГУ
Научный руководитель:	СЕНОТРУСОВА Софья, физический факультет МГУ
При поддержке команды ИСП РАН и МФТИ:	НАУМОВ Антон Юрьевич, КАРПУЛЕВИЧ Евгений Андреевич

### Цель работы:

Создать оптимизированную нейронную сеть, которая будет предсказывать качество дифференцировки органоидов на ранних этапах их развития с наибольшей точностью.

### Задачи:

- 1) Изучить литературу по данной теме (основные открытия, связанные с изучением и методами применения в медицине и науке плюрипотентных стволовых клеток, а также возможностью упрощения их изучения с помощью методов машинного обучения);
- 2) Изучить основные методы глубокого обучения, основные библиотеки, необходимые для реализации проекта.
- 3) Используя полученные знания, написать и обучить нейронную сеть на предобработанных данных;
- 4) Проверить точность работы нейронной сети на полученных из лаборатории данных, сделать соответствующие выводы.

Одна из основных составляющих глаза — сетчатка — внутренняя оболочка, рецепторная часть зрительного анализатора. Существуют заболевания, которые приводят к неправильному функционированию сетчатки, а следовательно, к ухудшению или в худшем случае к полной потере зрения.

В настоящее время существует метод клеточной терапии, который широко практикуется для лечения таких заболеваний.

Идея данного метода заключается в трансплантации дополнительных нейронов в орган, что позволяет восстановить его до определенного уровня. Стволовые плюрипотентные клетки способны создавать сетчаткоподобные структуры — органоиды. Однако, дифференциация стволовых клеток в нейроны сетчатки не всегда происходит успешно.

Для определения качества дифференцировки уже на 6 день после ее начала существует метод, в котором по фотографии органоида заранее натренированная нейронная сеть может делать свои предсказания: подходит ли данный органоид для дальнейших исследований или нет.

В данном проекте был разработан компьютерный алгоритм, основанный на глубоком обучении для классификации органоидов, полученных стволовых клеток и дифференцирующихся в сетчатку глаза с предварительной обработкой изображения. Этот метод не требует никаких химических зондов или других специфических приспособлений. Предполагается, что изображение уже содержит достаточное количество информации о спецификации тканей. Оказалось, что такой способ лучше предсказывает судьбу органоида, чем соответствующий эксперт.

### Актуальность:

Нейросеть, созданная в проекте, определяет правильность дифференцировки органоида с точностью 84%. В нашем проекте реализуются предсказания на новой архитектуре, которая не использовалась ранее, с предварительными методами обработки для увеличения точности нейронной сети.

### Итоги:

В ходе работы мы смогли достичь поставленной цели, а именно создали нейронную сеть, определяющую качество дифференцировки органоидов на ранних этапах их развития. Мы смогли получить точность, равную 85%, на нейронной сети, которая раньше не использовалась в проекте, добавив автоматическую обрезку изображений от лишних деталей, что позволяет сделать акцент только на органоиде, и как следствие, приводит к увеличению точности.

### Источники информации:

- 1) *Buggenthin F, Marr C, Schwarzfischer M, Hoppe PS, Hilsenbeck Schroeder T, et al.* An automatic method for robust and fast cell detection in bright field images from high-throughput microscopy. *BMC Bioinformatics.* 2013;14: 297.
- 2) *Thomson JA, Itskovitz-Eldor J, Shapiro SS, Waknitz MA, Swiergiel JJ, Marshall VS, et al.* Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science.* 1998;282: 1145–1147.
- 3) *Osakada F, Jin Z-B, Hirami Y, Ikeda H, Danjyo T, Watanabe K, et al.* In vitro differentiation of retinal cells from human pluripotent stem cells by small- molecule induction. *J Cell Sci.* 2009;122: 3169–3179.
- 4) *Fligor CM, Huang K-C, Lavekar SS, VanderWall KB, Meyer JS.* Differentiation of retinal organoids from human pluripotent stem cells. *Methods Cell Biol.* 2020;159: 279–302.
- 5) *Kegeles E, Naumov A, Karpulevich EA, Volchkov P, Baranov P.* Convolutional Neural Networks Can Predict Retinal Differentiation in Retinal Organoids. *Front Cell Neurosci.* 2020;14: 171.
- 6) <https://learnopencv.com/blob-detection-using-opencv-python-c/>
- 7) [https://docs.opencv.org/master/d7/d4d/tutorial\\_py\\_thresholding.html](https://docs.opencv.org/master/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html)
- 8) VGG16 - сверточная сеть для выделения признаков изображений ([neurohive.io](https://neurohive.io))

### Приложение

```
nn_model = models.vgg16(pretrained=True)
# Freeze model weights
for param in nn_model.parameters():
    param.requires_grad = False
```

Рис.1

```
nn_model.classifier[6] = nn.Sequential(
    nn.Linear(4096, 256),
    nn.ReLU(),
    nn.Dropout(0.4),
    nn.Linear(256, 2),
    nn.LogSoftmax(dim=1)
)
```

Рис.2

```
data = {
    'train':
        myDataset(traindir, transform=image_transforms['train']),
    'valid':
        myDataset(traindir, transform=image_transforms['valid']),
    'test':
        myDataset(traindir, transform=image_transforms['test']),
}
```

Рис.3

```
n_epochs_stop = 10
max_val_accuracy = -np.Inf
epochs_no_improve = 0
```

Рис.4

```
if val_accuracy > max_val_accuracy:  
    # Save the model  
    torch.save(model, path_to_save)  
    epochs_no_improve = 0  
    max_val_accuracy = val_accuracy  
else:  
    epochs_no_improve += 1  
    # Check early stopping condition  
    if epochs_no_improve == n_epochs_stop:  
        print('Early stopping!')  
        break
```

Рис.5

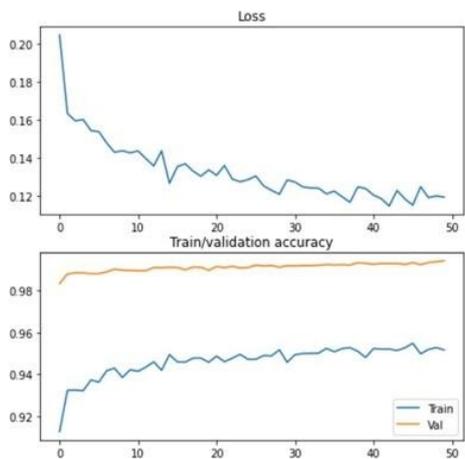


Рис.6

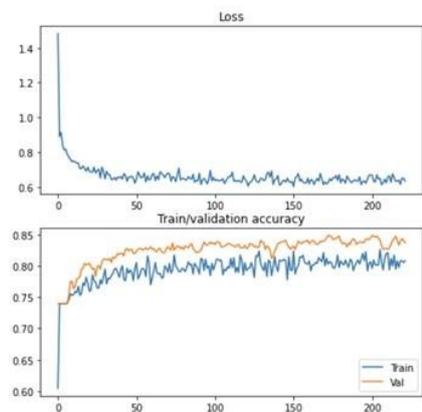


Рис.7

## Построение классификатора психофизиологических состояний индивида

Автор:

ЛЕОНТЮК Валентина Валериевна, ученица 10-Б класса  
Одесской специализированной школы №117

Научный руководитель:

ШАМАНИНА Татьяна Владимировна, учитель математики  
Одесской специализированной школы №117

**Цель работы:** повышение вероятности диагностирования психофизиологического состояния человека за счет использования непараметрических нелинейных динамических моделей (моделей Вольтерры) глазо-двигательной системы при построении пространства диагностических признаков.

**Задачи работы:**

- 1) Построение алгоритма преобразования эмпирических данных по результатам идентификации ГДС (глазо-двигательной системы).
- 2) Программная реализация построенных алгоритмов в среде программирования Matlab.
- 3) Программная реализация алгоритмов создания байесовских классификаторов состояний индивида в построенном пространстве диагностических признаков.
- 4) Исследование эффективности построенных классификаторов состояний индивида.

Для исследования механизмов работы мозга и их патологий, выявления динамики психофизиологических состояний человека, в настоящее время эффективно используется инновационная технология айтрекинга. Популярность исследований по глазо-двигательной тематике в последние годы неуклонно растет, изучается движение глаз как индикатора внимания, психофизиологических состояний, психических процессов и поведения. Для измерения отзвон ГДС - регистрации координат позиций глаз в процессе движения применяются современные гаджеты (смартфоны Android и iOS) с высокой частотой видеосъемки и разрешением камеры.

Для построения модели Вольтерра ГДС человека возможно использовать детерминированные тестовые воздействия, например, ступенчатые сигналы (наиболее адекватные для исследования динамики ГДС), что позволит упростить вычислительный алгоритм идентификации и существенно уменьшить время обработки экспериментальных данных.

Важным этапом является построение классификатора психофизического состояния индивида на основе полученной модели ГДС.

Раздел 1 описывает целесообразность использования модели Вольтерры для поставленной в исследовании задачи идентификации.

Раздел 2 описывает статистические методы обучения классификатора психофизиологических состояний индивида, параметрические и непараметрические, а также путь минимизации ошибки классификации.

В 3 разделе показаны шаги классификации состояния человека по уровню усталости: формирование и нахождение признаков, входящих в диагностическое пространство (определение значений производной, определение интеграла, определение значения максимума). Далее показано построение пространства признаков, исследована их информативность и построена разделяющая граница. Затем рассмотрены ошибки классификации 1-го и 2-го рода. В заключение раздела получены результаты испытаний классификатора в пространстве признаков.

4-й раздел работы посвящен разработке программных средств классификации.

С помощью разработанных вычислительных алгоритмов и программного обеспечения обработки данных экспериментальных исследований ГДС, построена непараметрическая динамическая модель ГДС человека в виде переходной функции 1-го, 2-го и 3-го порядка.

Наиболее подходящими данными для построения классификатора являются признаки  $x_1x_3$ .

Анализ построенной модели подтверждает адекватность ее исследуемого объекта - практическое совпадение (в пределах допустимой ошибки) отзывов ГДС и модели при одинаковых тестовых сигналах.

Для достижения поставленной цели решены следующие **задачи**:

- выполнен анализ экспериментальных данных и результатов идентификации ГДС;
- применены программные средства построения пространства диагностических признаков;
- применены средства машинного обучения (Machine Learning) с помощью методов статистических решений для построения классификаторов в разных пространствах признаков и вычислены оценки достоверности распознавания;
- применены разработанные методы идентификации при создании интеллектуальной системы диагностики состояния человека.

Успешно проведено обучение системы по распознаванию двух классов с двумя признаками с вероятностью правильного распознавания  $p = 0,9375$ . При построении решающего правила был использован метод построения эталонов.

**Результаты работы:** изучены и построены адаптированные алгоритмы байесовского классификатора. Данные алгоритмы реализованы программно. Построены классификаторы состояний человека по уровню усталости.

#### Источники информации:

- 1) Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 511 с.
- 2) Наивный байесовский классификатор. – [Электронный ресурс]. – [Ссылка](#) (Дата обращения 26.05.2015).
- 3) Кубарев А.И., Поддубный В.В. Байесовская классификация с обучением на основе использования копула-функций // Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2013): Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием им. А.Ф. Терпугова (29-30 ноября 2013г.). – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. – Ч.2. – С.126–130.
- 4) Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности: Справочное издание / С.А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин / Под ред. С.А. Айвазяна. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 608 с.
- 5) Кубарев, А. И., Поддубный, В. В. Адаптивная байесовская классификация объектов в метрическом пространстве. // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур: Материалы Десятой российской конференции с международным участием. – Томск: Изд. Дом Том. гос. ун-та, 2014. – С. 115–116.
- 6) Поддубный В.В., Пехтерев А.С. Копулы сглаженных эмпирических распределений при наличии связок (совпадений) и их применение в имитационном моделировании // Труды XII Международной ФАМЭБ'2013 конференции. / Под ред. Олега Воробьева. – Красноярск: НИИППБ, СФУ, 2013. – С. 312–321.
- 7) Шевелев О.Г. Методы автоматической классификации текстов на естественном языке: Учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 144с.
- 8) Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
- 9) Закс Л. Статистическое оценивание. / Пер. с нем. В.Н. Варыгина. / Под ред. Ю.П. Адлера, В.Г. Горского. – М.: Статистика, 1976. – 598 с. с ил.
- 10) Айтрекинг в психологической науке и практике / Отв. ред. В. А. Барабанчиков. – М.: Когито-Центр. 2015. – 410 с.
- 11) Барабанчиков В. А., Жегалло А. В. Регистрация и анализ направленности взора человека – М.: ИП РАН, 2013.
- 12) Барабанчиков В. А., Жегалло А. В. Методы регистрации движений глаз в психологии: основы учебно-методического комплекса // Экспериментальная психология. – 2014. – № 1. – С. 132-137.

## Голосовой ассистент на python 3

Автор:

ЛЕСНЫХ И. С., МБОУ «Лицей №15», г. Воронеж

Научный руководитель:

СТАРИКОВА Н. П., Учитель информатики ВКК

Целями разработки данного проекта является быстрый доступ к нужным программам на компьютере (открытие голосовой командой). Информация на данном носителе доступна только пользователю, который имеет доступ для её использования (каждое лицо проходит регистрацию и авторизацию методом распознавания лиц). Выполнения базовых функций по типу: “точное время”, “погода” и т.д. (активация голосовой командой).

Голосовой ассистент «Вова» был разработан на языке программирования python3. Были использованы библиотеки: FuzzyWuzzy(для сравнения голосовых команд с существующей базой слов в ассистенте), pytts3( для того, чтобы Вова умел разговаривать), speech\_recognition( для распознавания речи), datetime(для определения времени), cv2(для распознавания лиц) и yandex-weather-api(для определения погоды).

На данный момент «Вова» умеет открывать некоторые программы по голосовой команде, говорить точное время, погоду и рассказывать анекдоты. Также создан прототип по распознаванию лиц и сайт- визитка для продвижения проекта, который был написан на html+css.

В дальнейшем планируется улучшить распознавание лиц, добавить функцию напоминания о событии, функцию “умный дом” (управление всеми электроприборами в доме). Также планируется сделать “переводчик с человеческого на выбранный язык программирования” (например, человек произносит: “ если  $x$  равно 0, то присвоить  $y$  значение 3”. Ассистент напечатает в текстовый файл: “if(x==0) y=3;” (для с- подобных языков), аналогично и для других языков с учетом их синтаксиса). Для реализации данных идей потребуется углубленное изучение библиотеки cv2, использование микрокомпьютера raspberry pi и различных библиотек для языка python.

## Разработка прототипа, способного помочь людям с повышенными потребностями зрения

Автор:

ЛУКЪЯНОВИЧ Роберт Денисович, ГБОУ «Бауманская инженерная школа № 1580», 10 класс

Научный руководитель:

БОЙКО Андрей Алексеевич, МГТУ им. Н.Э. Баумана, старший преподаватель кафедры БМТ1

### Цель проекта:

Изучение библиотеки OpenCV, алгоритмов компьютерного распознавания цветов посредством написания программы и создание прототипа, который может помочь людям с дефектами зрения безопасно переходить дорогу на зеленый сигнал светофора.

### Задачи проекта:

- 1) Изучить похожие существующие проекты;
- 2) Выяснить методы детектирования сигналов светофора и выбрать оптимальный;
- 3) Разработать способ применения программы;
- 4) Выбор мини PC по размерам не более телефона, с возможностью использовать программное обеспечение с открытым исходным кодом;
- 5) Разобраться с принципами работы мини PC Raspberry Pi и Linux операционной системы;
- 6) Перенести свои наработки с Windows на клон Linux - Raspbian;
- 7) Сделать прототип программы на Python с использованием OpenCV;

### Выводы проекта:

Проанализировав некоторое количество информации в интернете, я сделал вывод, что прямых аналогов такого устройства не существует. В текущей версии я реализовал прототип устройства, но уже к июлю 2021 года планирую реализовать следующий этап: приложение для Android смартфонов.

## Выбор хода при автоматической игре в тетрис

Автор:

МАЛЫХ Андрей Александрович, МБУДО г. Иркутска  
«Центр детского технического творчества»; МБОУ Гимназия  
№25 г. Иркутска, 11 класс

Научный руководитель:

РЕЙНГОЛЬД Григорий Борисович, пед. доп. образования  
в.к.к. МБУДО г. Иркутска ЦДТТ

**Цель работы:** с помощью компьютерной программы провести исследование проблемы выбора хода при автоматической игре.

### Задачи:

- 1) Провести библиографический поиск по данной проблеме.
- 2) Разработать алгоритм автоматической игры и критерии выбора хода.
- 3) Написать и отладить программу.
- 4) Поставить ряд экспериментов с целью нахождения лучшей стратегии.

В данной работе исследуется вопрос выбора наилучшего способа размещения фигуры при игре в тетрис. Разработана программа, осуществляющая автоматическую игру. Процедура, проводящая поиск всех положений стакана, при которых происходит фиксирование фигуры. Эти положения сравниваются по трём показателям, приоритет которых вводится пользователем при запуске автоматической игры: количеству заполненных клеток, изменению количества пустот и высоте заполненной части игрового стакана. Сначала выбираются лучшие варианты по первому по приоритетности критерию, затем из них выбираются лучшие по второму критерию и т. д. Избранные варианты размещения фигуры считаются наилучшими. Далее воспроизводится цепочка ходов, приводящая к этому положению. С разработанной программой проводятся эксперименты, чтобы найти взаимосвязь показателей между собой, определить важнейший из них, а также сравнить игру автоматического игрока с человеческим.

### Актуальность

Тетрис, несмотря на простоту и возраст более тридцати пяти лет, до сих пор остается весьма популярной игрой. Эта головоломка очень полезна, так как помогает развить способность быстро принимать ответственные решения в напряженных условиях. Если результативность автоматического игрока взять за эталон, то, сопоставляя его с людьми, можно определить, насколько эффективно играет человек в сравнении с программой, а также, чем отличается мышление человека при выборе хода от работы алгоритма.

### Итоги исследования

На основании полученных в результате экспериментов данных можно сделать вывод, что существует высокая корреляция между средним количеством заполненных клеток и средним количеством пустот и что наиболее важный показатель при оценке эффективности хода – это изменение количества пустот в стакане. На втором месте по важности находится количество заполненных клеток.

### Источники информации:

- 1) Тетрис, [Ссылка](#);
- 2) Полимино, [Ссылка](#);
- 3) Nintendo Tetris AI Revisited, [Ссылка](#);
- 4) TetrisAI - AI play Tetris - Pierre Dellacherie Algorithm, [Ссылка](#);

## Распознавание печатного текста

Автор:

МАЧИЛЬСКИЙ Даниил Дмитриевич, Бауманская инженерная школа 1580, Москва, 11 класс информационно-технологического профиля

Научный руководитель:

ПАРТАНСКИЙ Михаил Сергеевич

### Цели работы

- Исследование существующих алгоритмов распознавания объектов на примере текста.
- Выявление зависимости эффективности распознавания от видов используемых признаков.
- Разработка программы, способной распознавать печатный текст.

### Задачи

- Поиск информации по алгоритмам распознавания в книгах и интернете.
- Реализация подготовки изображения (бинаризация, фильтрация).
- Реализация сегментации текста.
- Реализация масштабирования.
- Разработать наиболее качественный способ заполнения выборки.
- Разработка способов получения информативных признаков печатных символов для повышения качества распознавания.
- Тестирование на фотографиях символов и на тексте, напечатанном в графическом редакторе. Сравнение результатов и выявление отличий подходов.

### Результат

Получена программа, способная распознать печатный текст. Исследован метод распознавания с помощью классификации и влияние количества вариантов эталонных изображений и масштабирования на его качество. Разработаны способы выявления признаков изображения, исследовано их влияние на результат.

### Краткое описание работы

- 1) Форматирование изображения
  - ) Бинаризация  
Все тёмные пиксели становятся полностью чёрными, а светлые – белыми. Числа, кодирующие цвет рассматриваются как координаты точек. Таким образом, вычисляется расстояние до чёрного и белого цветов. Контролировать этот процесс можно при помощи порогового значения, которое прибавляется к расстоянию до чёрного цвета.
  - ) Подготовка изображения  
Для очистки от шумов использован медианный фильтр. Описано влияние масштабирования на наличие шумов и эффективность фильтра.
- 2) Сегментация  
Задача заключается в описании прямоугольника вокруг каждого символа. Алгоритм основан на ориентации по пустому пространству между буквами и строчками, которое всегда есть в печатном тексте.
- 3) Масштабирование  
При сильном масштабировании изображение символа немного меняется, это может повлиять на точность распознавания.
- 4) ) Распознавание с помощью наложения  
При сравнении изображения двух символов приводятся к одному размеру. Вычисляется количество одинаковых пикселей, оно делится на их площадь. Чем больше размер, тем выше точность. Работает слишком долго.
  - ) Классификация  
Изображения представляется в виде набора параметров. Числа, описывающие картинку рассматриваются как координаты точки координаты точки. В файле хранятся эталонные

изображения каждого символа. Затем находится расстояние между математическими моделями изображений как между точками в  $n$ -мерном пространстве. В работе описаны способы получения параметров символа.

) Заполнение выборки

В файле хранится по одному изображению каждого шрифта. Затем эти изображения немного масштабируются и добавляются в обучающую выборку. Из одной картинке определённого символа в данном шрифте получается 25. Чем больше образцов символов, тем лучше статистика распознавания и тем дольше работает программа. Размер эталонных картинок в выборке не имеет большого значения. Также их нельзя сильно масштабировать, так как после изменения размера появляются дефекты написания.

) Идея по оптимизации

В памяти программы хранится набор однозначных признаков для каждого шрифта каждого символа. К таким признакам относится наличие или отсутствие линии с краю или по середине. Если набор параметров данного символа отличаются от всех вариантов наборов определённой буквы, то она не рассматривается как возможный результат распознавания. Таким образом снижается вероятность ошибки.

*Примеры работы итоговой программы на выборках различного размера приведены в полной версии работы.*

### Используемые источники

- 1) Медианный фильтр: [Ссылка](#)
- 2) Распознавание символов методом поблочного сравнения (без ссылки).
- 3) Разработка алгоритмов распознавания на основе клеточных автоматов (без ссылки).
- 4) Метрика Хэмминга (распознавание с помощью наложения): [Ссылка](#)
- 5) <http://www.recognition.mccme.ru/pub/RecognitionLab.html/methods.html>
- 6) <https://habr.com/ru/post/208090/>
- 7) <https://ru.bmstu.wiki/>
- 8) <https://www.hse.ru/data/2017/05/14/1171296413/%20%20—%20%20%20%20.pdf>
- 9) Себастьян Рашка  Python и машинное обучение.

## Распознавание печатного текста

Автор:	МОХАММАД Адиль Азимович, МАОУ “Лицей №2” г. Перми
Научный руководитель:	ИВАНОВ Сергей Владимирович, учитель информатики МАОУ “Лицей 2” г. Перми

Пусть и шахматам уже несколько тысяч лет, они до сих пор завораживают умы людей. Написание программы способной играть в шахматы является неким вызовом, испытанием.

**Цель работы:** написать программу способную тягаться с человеком.

**Задача:** изучить теоретический материал по теме, изучив книги и исходные коды других известных шахматных движков, проанализировать свои возможности и выбрать эвристики, которые будут использованы в движке, написать программу, тестируя ее по мере написания.

В программе используются разные эвристики ускоряющие, а, следовательно, и улучшающие игру эвристики: альфа-бета отсечение, нулевой ход, сортировка ходов и др. В целом движок играет неплохо, но он все равно не дотягивает до уровня известных шахматных программ.

**Актуальность:** шахматные движки не несут практическую пользу обществу, однако, они несут огромную интеллектуальную ценность. Они позволяют систематизировать знания в области программирования, информатики и математики(теория игр).

**Предметом исследования** являются шахматы, их программирование и их понимание.

В ходе исследования были **решены** следующие задачи:

- 1) Систематизированы знания и методики программирования шахмат.
- 2) Написана и отлажена шахматная программа играющая выше среднего уровня среди людей.



Рисунок. 1.

**Итоги:** для меня было огромным удовольствием(и мучением) написать эту программу и испытать поражение в игре с ней. В целом разработка шахматной программы далась относительно просто благодаря ресурсам доступным в интернете.

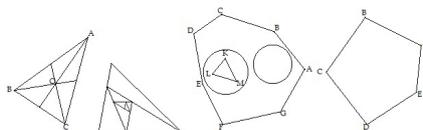
**Важные источники:**

- Книга Корнилов “Программирование шахмат и других логических игр”
- Сайт [www.chessprogramming.org](http://www.chessprogramming.org)

## Автоматическое построение планиметрических рисунков

Автор:

ПАНИМАН Александр, Рижельевский научный лицей



### Цели работы

Разработать систему, которая позволит пользователю быстро рисовать планиметрические рисунки, используя их текстовое описание близкое к естественному языку, при этом переложив максимальное количество работы с человека на компьютер.

### Задачи работы

Великое множество существующих решений имеет одинаковые недостатки. Их система должна преодолеть:

- Привязка к системе координат.

Человеку тяжело манипулировать с объектами определёнными в ней. Мало кто может сходу сказать остроугольный ли треугольник с вершинами в точках  $(12, 3)(6, 5)(10, 7)$ , или придумать отрезок перпендикулярный прямой проходящей через точки  $(3, 2)(7, 4)$ .

Предлагаемая система не требует от пользователя оперировать координатами.

- Переключение контекста при работе с интерактивными программами.

Если во время написания работы внезапно нужно нарисовать иллюстрацию с помощью интерактивной программы, приходится переключать контекст работы, отвлекаясь от написания текста, открывать другую программу, рисовать там рисунок, а потом сохранять его и прикладывать к работе.

Это переключение занимает много времени, что делает сложным использование этого метода, например, на лекции.

Предлагаемая система использует текстовое описание рисунка, что позволяет легко её интегрировать в текстовый документ.

- Низкое качество результатов.

Большинство систем для построения геометрических рисунков предназначены скорее для помощи в решении задачи, чем для создания рисунка готового к публикации.

Предлагаемая система позволит совместить эти задачи.

- Сложная модифицируемость завершённого рисунка.

После того как рисунок готов его изменение становится сложной задачей. Особенно это касается систем для создания иллюстраций общего характера, как например, Inkscape.

GeoGebra решает частично решает эту задачу: можно передвинуть точку и она автоматически пересчитает рисунок.

Предлагаемая система идет дальше: она может сгенерировать бесконечно много иллюстраций из одного описания.

### Основной текст тезисов

На данный момент система позволяет строить планиметрические рисунки для задач средней сложности.

В работе представлен специально разработанный язык для описания иллюстраций, приведены примеры таких описаний. Также анализируются планиметрические задачи, определяются критерии хорошего рисунка и описываются этапы его построения.

### **Итог работы**

Работа предлагает новые подходы к хорошо известной задаче построения планиметрических рисунков.

Развитие системы в перспективе может создать поле для применения машинного обучения и других эвристических методов поиска подходящего решения.

## Сервис «Одеваемся по погоде»: использование нейронных сетей для распознавания одежды на снимке и формирования рекомендаций

Автор:

ПАРФЕНОВА Екатерина Сергеевна, 10 класс, МБОУ Самарский международный аэрокосмический лицей, г. Самара.

Научный руководитель:

ШОПИН Андрей Геннадьевич, к.т.н., директор ООО «СМС-Информационные технологии», г. Самара.

**Цель работы:** разработать систему для распознавания и анализа одежды на человеке и выдачи рекомендаций в соответствии с прогнозом погоды.

**Актуальность работы:** применение современных технологий (умный дом, голосовые помощники, анализ фотоснимков) для повышения комфорта и качества жизни.

**Задачи:**

- 1) Связать голосовой помощник с системой умный дом для обработки голосовой команды и выдачи голосовых сообщений;
- 2) Разработать алгоритм формирования совета что надеть, по прогнозу погоды;
- 3) Получать снимок с камеры и передавать его в сценарий;
- 4) Настроить нейронную сеть для выделения человека и предметов одежды на снимке;
- 5) Сравнение «что надето» с рекомендациями из п.2.

**Описание алгоритма:**

Я использую в алгоритмах таблицу соответствия одежды температуре – см. прил. 1.

*1. Алгоритм формирования рекомендаций «что надеть»*

С сайта с прогнозом получаем: температура, влажность, скорость ветра, осадки, на текущий момент, и на вечер. Вычисляется «ощущаемая температура», которая учитывает влияние температуры воздуха, относительной влажности и скорости ветра:

$$T_{\text{эфф}} = -2,7 + 1,04T + 2 \cdot \left( \frac{J}{2,125 + \frac{156+8,12t}{236+t}} \cdot 100\% \right) - 0,65v,$$

где  $T$  - температура воздуха ( $^{\circ}C$ ),  $J$  - относ. влажность воздуха,  $v$  - скорость ветра. По таблице, для полученной температуры и осадков, получаем одежду каждого типа. Реализована голосовая команда «Что мне надеть». Формируется сообщение: «Сегодня температура XX градусов. (Ожидается снег/дождь). Советую надеть: <список одежды>».

*2. Алгоритм определения, правильно ли человек одет*

С помощью нейросети определяем по снимку человека предметы одежды. Каждый предмет одежды относится к группе: голова, верх, низ, обувь. Определяем, для какой температуры они подходят. Если надетый предмет подходит для температуры выше или ниже текущей, рекомендуем его заменить на другой.

Алгоритм поиска одежды на снимке двухэтапный: Первая нейросеть находит на снимке человека. Вторая нейросеть на обрезанном снимке должна находить собственно одежду – шапки, кофты, юбки. Сеть распознает элементы одежды по классам (t-shirt, pants и т.д.) - те предметы одежды, на которых она была обучена. На выходе сети получаем набор классов одежды с вероятностью, на сколько надетая на человеке вещь похожа на знакомую сети одежду (пример: jeans 50%, jacket 73%). В качестве порогового значения я взяла 40%.

Нейросеть для нахождения фигуры человека и предметов одежды написаны на языке Python, с использованием библиотек tensorflow и numphy и библиотек object\_detection. Модель для выделения на фигуры человека использовалась готовая - из пакета tensorflow object detection -



ssdlite\_mobilenet\_v2\_coco из-за ее высокой скорости работы. Для выделения одежды используется другая модель, самостоятельно обученная на наборе фотографий одежды, разбитых по классам, из набора DeepFashion.

В приложении 2 представлены примеры снимков обработанных нейросетью:

Реализована голосовая команда «Как я выгляжу». Набор классов найденной одежды сравнивается с рекомендуемым комплектом (по таблице 1). Если какой-то элемент одежды не подходит для текущих погодных условий, голосовой помощник произносит: «Вы надели: <список не подходящих предметов одежды>, попробуйте надеть что-то потеплее, например <элементы одежды, подходящие для текущей погоды>».

Средняя скорость работы алгоритма – 3 сек. Были проведены эксперименты и выбрано оптимальное разрешение снимка, для необходимой точности и скорости работы.

**Архитектура системы:** Компоненты системы: голосовой помощник «Яндекс-станция», сервер умного дома «Home Assistant», ip-камера. При получении команды запускается сценарий на языке Python. Связь умного дома и видеокamеры идет по протоколу ONVIF.

**Результаты:** Написана программа, рекомендующая что надеть на улицу по текущему прогнозу погоды. Настроены нейронные сети для распознавания образов человека и одежды на нем. Сформулированы критерии, по которым программа подбирает одежду для текущей погоды. Средняя стоимость компонент системы – 12 000 руб.

Задачи распознавания одежды пока не очень широко представлены в виде решений в составе умного дома. Типовое применение подобных приложений – прежде всего интернет-торговля, для подбора предметов одежды с заданными характеристиками или похожих на заданную, по каталогам производителей одежды.

#### Источники информации:

- 1) Создаем нейронную сеть. *Рашид Тарик. Вильямс*. 2018. ISBN: 978-5-9909445-7-2
- 2) Библиотека Keras - инструмент глубокого обучения. ДМК Пресс, 2018. ISBN: 978-5-97060-573-8
- 3) *Карандеев Д.Ю.* Эффективная температура как фактор, влияющий на электропотребление города // Современная техника и технологии. 2015. № 2 [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 4) Учебник по библиотеке TensorFlow. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 5) HomeAssistant REST API. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 6) Расширения для библиотеки tensorflow для выделения объектов на изображении. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 7) Набор типовых моделей для задач выделения объектов на изображении. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 8) Набор изображений элементов одежды с метainформацией для обучения нейронных сетей. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 9) Automatic tagging of clothing in E-Commerce, Using Tensorflow and GCP. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 10) Как найти одежду по фото: тестируем 7 сервисов - ссылки на конкретно программы. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 11) Интеграция колонки Яндекс-станция с системой HomeAssistant. Выполнение команд. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 12) Интеграция колонки Яндекс-станция с системой HomeAssistant. Управление устройствами. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)

#### Приложение 1

мин t		25	18	18	10	10	0	-10	-100	3	18
макс t		100	25	25	18	18	10	0	-10	100	100
осадки (0-нет, 1-есть, 2- все равно)	tensorflow class	2	0	1	0	1	2	2	2	1	0
<b>*На голову</b>											
Теплая вязаная шапка	warm knitted hat								1		
Меховая шапка	fur hat								1		
Теплый платок	warm scarf								1		
Легкая вязаная шапка	lightweight knitted hat						1	1			
Легкий платок	light shawl						1	1			
Бейсболка	baseball cap										1
Панамка	panama										1
Бандана	bandana										1
Солнечные очки	sunglasses										1
<b>*На верх</b>											
Шуба	fur coat								1		
Дубленка	sheepskin coat								1		
Теплый пуховик	warm down jacket								1		
Пальто	coat								1		
Теплый платок	warm scarf								1		
Шарф	scarf							1	1		
Легкий платок	light scarf						1	1			
Плащ	cloak								1	1	
Легкое пальто	light coat						1	1			
Куртка	jacket					1	1	1			
Ветровка	windbreaker		1	1	1						
Пиджак	blazer		1	1							
Толстовка	hoody		1	1							
Рубашка с длинным рукавом	shirt with long sleeves		1								
Водолазка	turtleneck		1								
Свитер	sweater		1								
Майка	t-shirt	1									
Рубашка с коротким рукавом	short-sleeved shirt	1									
<b>*На низ</b>											
Льняные штаны	ski pants								1		
...	...										
<b>*end</b>											

Таблица 1. таблица соответствия

## Приложение 2 – примеры работы нейронной сети



Рисунок 1 – результат работы нейросети, распознающей человека в кадре



Рисунок 2 – результат работы нейросети, распознающей одежду

## Алгоритм нахождения наибольшей общей подпоследовательности для нескольких последовательностей Linear-MLCSk

Автор:

СИДЮК Дмитрий Андреевич, ученик 11 класса физико-математического профиля Ри-шельевского научного лицея г. Одесса

Научный руководитель:

СИДЮК Андрей Анатольевич, Senior AI developer (math apparatus), ROMAD Cyber Systems Inc.

### Цель

Целью данной работы является реализация алгоритма Linear-MLCS на языках программирования Python и C++, а так же исследование некоторых зависимостей в полученных с его помощью последовательностях.

### Актуальность работы

Информация в различных своих проявлениях часто выражается в виде последовательностей элементов с конечным алфавитом, что порождает необходимость находить их наибольшие общие подпоследовательности. Будь то цепочка ДНК здорового человека и человека с генетическими отклонениями, паттерны поведения приложений и вредоносных программ, сравнение файлов и т.д. Для решения данной задачи было создано множество алгоритмов. Однако все эти решения объединяет серьезная проблема — они невероятно ресурсозатратные, требуют много памяти и времени для работы.

С современными темпами развития технологий объемы данных стремительно растут, что требует более оптимальных решений проблемы поиска наибольших общих подпоследовательностей. В данной работе будет рассмотрен алгоритм Linear-MLCS, который намного эффективнее аналогов в использовании места и времени необходимого для работы, к тому же он позволяет найти абсолютно все возможные наибольшие общие подпоследовательности Multiple Longest Common Subsequence (MLCS) для неограниченного количества последовательностей.

### Ход работы

В работе описан принцип действия алгоритма Linear-MLCS на примере последовательностей  $S_1 = TFGACGADTC$ ,  $S_2 = ATGLCTCAFG$  и  $S_3 = CTADGTALCG$  с практически выжым в биоинформатике алфавитом, состоящим из обозначений нуклеиновых оснований  $\Sigma_4 = \{A, C, G, T\}$ . Описание разбито на следующие этапы:

- 1) Избавление от уникальных элементов
- 2) Построение таблиц Successor Tables
- 3) Построение NCSG
- 4) Сортировка NCSG
- 5) Чтение NCSG

На каждом шаге обоснована необходимость данного шага, описан принцип действия, а также предложена реализация на языках программирования Python и C++. Код программ выложен на GitHub и доступен по ссылке <https://github.com/Garison1/MLCS-research>.

**Итоги исследования** За время выполнения работы мы реализовали алгоритм Linear-MLCS на языках программирования Python и C++, в том числе метод построения NCSG графа, его чтения, а также методы прямой и обратной топологических сортировок. Описали работу алгоритма на примере его реализации на языке Python. Провели исследования зависимостей количества полученных LCS от их длины, определили распределение вероятностей длин LCS и их количества.

### Источники информации:

- 1) *Yanni Li* и др. A Real Linear and Parallel Multiple Longest Common Subsequences (MLCS) Algorithm. 2016. [Ссылка](#).



Приложение 1

$S_1$	=	T	G	A	C	G	A	T	C
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
A	3	3	3	6	6	6	-	-	-
C	4	4	4	4	8	8	8	8	-
G	2	2	5	5	5	-	-	-	-
T	1	7	7	7	7	7	7	-	-

Таблица 1. Successor Table для последовательности  $S_1$

$S_2$	=	A	T	G	C	T	C	A	G
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	7	7	7	7	7	7	-	-
C	4	4	4	4	6	6	-	-	-
G	3	3	3	8	8	8	8	8	-
T	2	2	5	5	5	-	-	-	-

Таблица 2. Successor Table для последовательности  $S_2$

$S_3$	=	C	T	A	G	T	A	C	G
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
A	3	3	3	6	6	6	-	-	-
C	1	7	7	7	7	7	7	-	-
G	4	4	4	4	8	8	8	8	-
T	2	2	5	5	5	-	-	-	-

Таблица 3. Successor Table для последовательности  $S_3$

Приложение 2

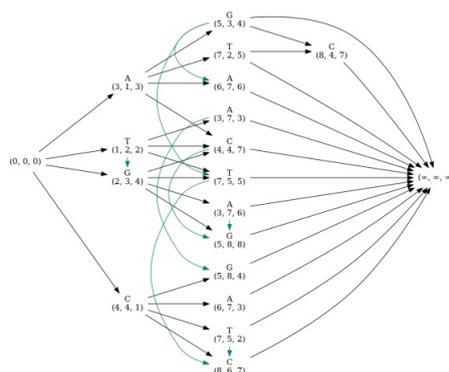


Рис.1. Построенный Non-redundant Common Subsequence Graph (NCSG)

Приложение 3

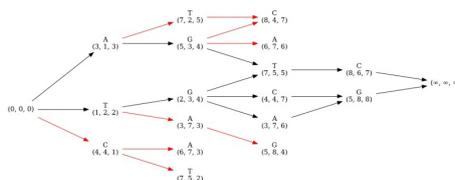


Рис.2. NCSG отсортированный прямой топологической сортировкой

Приложение 4

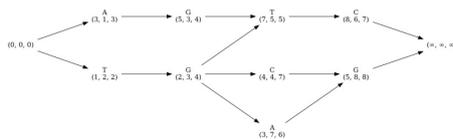


Рис.3. NCSG отсортированный обратной топологической сортировкой

### Приложение 5

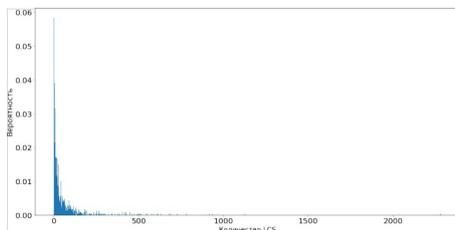


Рис.4. Гистограмма вероятностей количества LCS

### Приложение 6

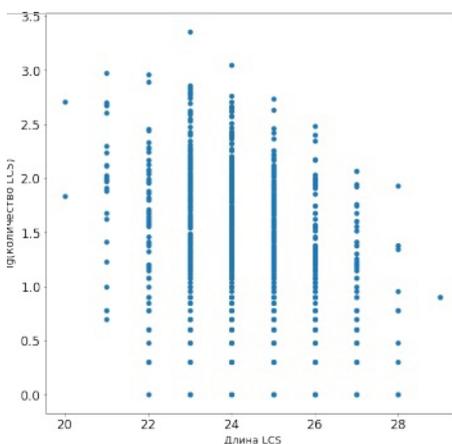


Рис.5. Соотношение между длинами получаемых LCS и их количеством.

### Приложение 7

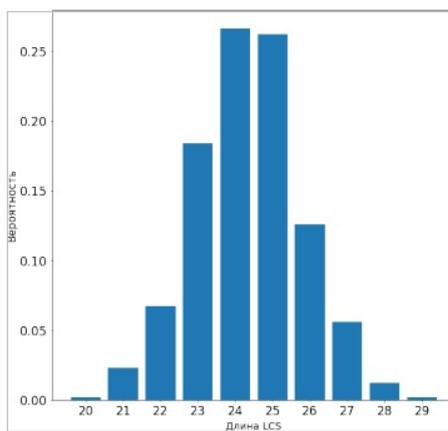


Рис.6. Гистограмма распределения вероятностей длин LCS

**Примечание:** На приложениях 5, 6 и 7 изображены диаграммы, полученные после анализа 1000 наборов из 3 последовательностей длиной 50 элементов и алфавитом 4.

## Автопилот для автономных необитаемых аппаратов «Малахит 5М» и «Посейдон»

Автор:

СМОЛИН Павел Дмитриевич, Россия, Челябинская область, г. Челябинск, МБОУ «ФМЛ № 31 г Челябинска», 11 класс

Научный руководитель:

ЛОВЧИКОВ Дмитрий Владимирович, заведующий лабораторией «Современные технологии»

Для добычи газа в Арктике применяют метод подводно-устьевого системы добычи, при котором газ получают с помощью скважин, установленных под водой. За каждой скважиной надо следить, и делают это с помощью телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА). Но так как скважин достаточно много, и они находятся на большом расстоянии друг от друга, использование ТНПА в этом случае невыгодно как по времени, так и по ресурсам. Я предлагаю использовать автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА).

На данный момент на рынке представлено несколько коммерчески успешных продуктов, использующих элементы автопилота или систем активной помощи оператора подводных аппаратов. Но они не подходят для решения более широких задач и открытого использования. Поэтому моя работа является **актуальной**.

Поэтому я поставил перед собой **цель**: разработать автопилот для ряда беспилотных подводных аппаратов.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

- 1) обзор аналогов автопилотов для АНПА
- 2) обзор реальных задач, решаемых АНПА
- 3) обзор соревнований с АНПА
- 4) участие в IOR (Innapolis Open Robotics)
- 5) разработка отдельных модулей программы

Поэтапно реализовывая данные задачи, мы получили программный продукт для беспилотного движения подводного аппарата и выполнения ряда миссий. Аппарат задействует для обеспечения движения и локализации себя в пространстве: широкоугольную камеру высокого разрешения, датчик давления. Программа работает на языке программирования Python и использует библиотеки: OpenCV, Tensorflow, Keras. В ПО были реализованы следующие блоки программы: распознавание простых объектов, распознавание маркеров, распознавание сложных объектов (с помощью архитектуры нейронной сети Yolo).

Для оценки точности yolo на датасете COCO применялась метрика AP50. Она получилась порядка 65.

### Источники информации:

- 1) Келер, А. Изучаем OpenCV 3 / А. Келер, Г. Бредски; пер. А. А. Слинкин – М.: ДМК Пресс, 2017. – 826с
- 2) pjriddle.com [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 3) keras.io [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 4) pylessons.com [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 5) opencv.org [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 6) docs.opencv.org [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Ссылка](#)

## Автопилот для автономных необитаемых аппаратов «Малахит 5М» и «Посейдон»

Автор:

СУХОПАРОВ Т.М., Учащийся 10 класса ГБОУ №1535

Научный руководитель:

ЖЕМЧУЖНИКОВ Д.Г., Учитель информатики

### Аннотация

Рассмотрен инновационный проект создания приложения, решающего проблему длительного подбора одежды.

Благодаря этому приложению, гардероб пользователя буквально перемещается к нему в смартфон. Ориентируясь на цель, настроение пользователя и на погоду, выбор нужного образа займет гораздо меньше времени. Возможность хранения уже имеющихся образов в приложении также облегчит пользователю жизнь.

Подбор комплекта одежды в приложении удобен. Создав свою модель, пользователь сможет легко и быстро примерить на нее нужные вещи и создать новый образ.

### Решаемая проблема:

Устранение больших временных затрат и непрактичности при выборе одежды.

**Потенциальные потребители:** все люди любых возрастов, которые заинтересованы в удобном подборе одежды, основанном на всех их предпочтениях.

### Цель проекта:

Разработать приложение для быстрого и удобного подбора вещей, основанном на настроении, цели пользователя и погоде.

В приложении будут сохранены все вещи из гардероба пользователя и далее создаются образы, с возможностью примерки на собственную модель.

### Цель определила задачи проекта:

- 1) Написать нейросеть. Считывание одежды по фото; вырез по контуру; обработка цветов, узоров.
- 2) Создание базы данных для внесения в нее одежды; тут же фильтры по цвету, цели, настроению.
- 3) Алгоритм для создания, сохранения образов; тут же игра-”одевалка”.
- 4) Фильтрация образов по погоде; списывание погоды из интернета.
- 5) Написать алгоритм для создания собственной модели и примерки на нее вещей.
- 6) Написать интерфейс приложения.

### Выводы, оценка результата.

- 1) Цель проекта выполнена полностью: создано рабочее приложение для хранения и подбора вещей из личного гардероба.
- 2) Задачи проекта выполнены.
- 3) Проект находится на стадии документирования.
- 4) Дальнейшие пути развития проекта:
  - добавление новых функций в приложение, например подбор одежды из интернет магазинов, возможность добавления образов к событиям в календаре, персональные рекомендации для пользователя, функция совместного использования приложения для семей - семейный доступ
  - создание мобильного приложения
  - совершенствование уже существующих функций и интерфейса



### Источники информации

- 1) Документация “Visual Studio Code”: [\[Ссылка\]](#)
- 2) Информация о “PyQt5”: [\[Ссылка\]](#)
- 3) Документация “QtDesigner”: [\[Ссылка\]](#)
- 4) Система вопросов и ответов о программировании “Stackoverflow”: [\[Ссылка\]](#)
- 5) Крупнейший веб-сервис для хостинга IT проектов и их совместной разработки “Github”: [\[Ссылка\]](#)
- 6) “Хабр” - русскоязычный веб-сайт в формате системы тематических коллективных блогов с элементами новостного сайта: [\[Ссылка\]](#)
- 7) Веб-Сайт “OpenWeatherMap”: [\[Ссылка\]](#)
- 8) Материалы Яндекс.Лицей по “PyQt5” и “QtDesigner”:[\[Ссылка 1\]](#) [\[Ссылка 2\]](#)
- 9) Информация о “MySQLWorkbench”: [\[Ссылка\]](#)
- 10) Приложения аналоги: [\[Ссылка 1\]](#) [\[Ссылка 2\]](#) [\[Ссылка 3\]](#)
- 11) Видеоматериалы/тutorиалы: [\[Ссылка\]](#)

## Система для обучения программированию и проверки знаний учащихся

Автор:

ФИЛИПЕНКОВ Иван Викторович, Ученик школы 179

**Цель:** Создание удобной в использовании как для преподавателя, так и для учеников платформы для обучения программированию и облегчения проведения занятий.

### План работы и задачи:

- 1) Описание необходимого функционала
- 2) Исследование существующих решений
- 3) Создание прототипа
  - ) Написание кода для проверки кода учеников
  - ) Проектировка базы данных
  - ) Написание бэкенда сайта
  - ) Написание фронтенда сайта
- 4) Тестирование
- 5) Доработка, добавление функционала

### Текущий функционал включает:

- 1) Регистрацию пользователей (вручную преподавателем и пользователями самостоятельно)
- 2) Создание курсов преподавателем, назначение пользователей
- 3) Создание занятий в курсах
- 4) Создание заданий в занятиях четырех типов:
  - Теория (без ввода ответа)
  - С ручным вводом ответа
  - С выбором правильного варианта ответа
  - С вводом кода
- 5) В условиях задач можно использовать форматирование Markdown, HTML и LaTeX
- 6) Автоматическую и/или ручную проверку всех вариантов заданий (для кода преподавателем вводятся тесты, на которых будет проверяться правильность кода)
- 7) Для заданий с вводом кода у преподавателя есть возможность задать шаблон кода по умолчанию, заблокировав для редактирования учеником некоторые его части. Также есть возможность полностью скрыть часть кода.
- 8) Возможность скрыть занятие/блок задач в занятии для всех или определенных учеников курса
- 9) Возможность последовательного показа следующих задач по мере решения
- 10) Возможность открыть занятие для решения на определенный промежуток времени
- 11) Возможность дать на решение задач определенное время (отсчитывается с открытия задания учеником)
- 12) Просмотр таблицы результатов занятия и возможность отметить присутствие ученика на нем.
- 13) Кнопки управления для администраторов встроены в обычный интерфейс, рядом со всеми элементами есть кнопка редактирования. Это позволило сделать интуитивно понятный интерфейс администратора.
- 14) Возможность для ученика задать вопрос преподавателю по задаче

### Используемые технологии/библиотеки:

- Библиотеки flask и fastapi для разработки бекенда
- Собственная ORM для работы с базой данных
- Linux control groups, firejail для безопасного исполнения кода учеников
- Bootstrap как основная UI библиотека для фронтенда
- И другие



**Актуальность:**

Сейчас существует множество платформ для создания курсов и тестирования кода. Но было принято решение создать свою, т.к. это позволяет быстро добавлять нужный функционал. Такая необходимость при использовании системы возникала уже несколько раз, и нужный функционал был реализован.

**Итоги:**

Платформа успешно разработана и используется для обучения школьников программированию заказчиком (преподавателем). Отзывы пользователей (как преподавателя, так и учеников) положительные. Считаю, что поставленная задача была выполнена.

## Исследование модифицированного метода дискретной суперпозиции с помощью компьютерной системы NMPUD

Автор:

ЧЕРКАШИН Данил Андреевич, МБОУ Лицей № 130 города Новосибирска

Научный руководитель:

ВОЙТИШЕК Антон Вацлавович, д-р физ.-матем. наук, профессор, в.н.с. ИВМиМГ СО РАН (г. Новосибирск)

### Актуальность

С развитием вычислительной техники возрастает интерес к численным математическим моделям, в том числе, к стохастическим моделям, при реализации которых используются алгоритмы численного статистического моделирования (или методы Монте-Карло) – см., например, [1,2].

Одними из основных элементов используемых стохастических алгоритмов являются грамотный выбор и численное моделирование (реализация выборочных значений на компьютере) случайных векторов (случайных точек, многомерных случайных величин). В свою очередь, такое моделирование сводится к последовательной компьютерной реализации одномерных случайных величин [1, 2].

Нами в лаборатории математического моделирования лицея № 130 был разработан прототип компьютерной системы NMPUD (Numerical Modelling of Probabilistic Univariate Distributions = Численное моделирование одномерных вероятностных распределений) [3, 4].

### Цели исследования

- 1) Исследовать вопросы формирования банка моделируемых плотностей для системы NMPUD с помощью технологии последовательных (вложенных) замен.
- 2) С помощью системы NMPUD провести сравнение эффективности (затрат вычислительного моделирования) моделирующих формул метода обратной функции распределения и соответствующих алгоритмов модифицированного метода дискретной суперпозиции.

### Использованные методы

- 1) Формулы метода обратной функции распределения вида  $\xi_0 = \psi_\xi(\alpha_0)$ ;  $\alpha_0 \in U(0, 1)$  для компьютерного моделирования выборочных значений случайной величины  $\xi$  с заданной плотностью распределения  $f_\xi(u, \lambda); u \in (a, b)$ ;  $\lambda \in \Lambda$ , которые строятся с помощью разрешения уравнений вида  $\int_a^{\xi_0} f_\xi(u, \lambda) du = \alpha_0$  относительно  $\xi_0$  (подробности см. в разделе 2.5 учебника [2]).
- 2) Технологии последовательных (вложенных) замен для построения элементарных плотностей (см. раздел 14.2 учебника [2]).
- 3) Алгоритмы модифицированного метода дискретной суперпозиции, которые строятся для плотностей вида

$$f_\xi(u) = p_1 f_1(u) + p_2 f_2(u); 0 < p_1 < 1, 0 < p_2 < 1,$$

$p_1 + p_2 = 1$  и имеют вид: если  $\alpha_0 < p_1$ , то  $\xi_0 = \psi(\alpha_0/p_1)$ , иначе  $\xi_0 = \psi_2[(\alpha_0 - p_1)/p_2]$ ;  $\alpha_0 \in U(0, 1)$ ; здесь функции  $\psi_1(w)$  и  $\psi_2(w)$  определяют моделирующие формулы для элементарных плотностей  $f_1(u)$  и  $f_2(u)$ , соответственно (подробности см. в разделе 11.2 учебника [2]).

- 4) Компьютерные пакеты аналитических преобразований в применении как к построению самой системы, так и к автоматической реализации технологии последовательных (вложенных) замен.

### Полученные результаты

- 1) Исследованы возможности применения автоматизированной технологии последовательных (вложенных) замен для формирования банка моделируемых плотностей для разрабатываемой компьютерной системы NMPUD.



- 2) Численные эксперименты, проведенные с помощью системы NMPUD, показали, что в целом ряде случаев алгоритм модифицированного метода дискретной суперпозиции по трудоемкости не уступает формулам метода обратной функции распределения. В частности, удалось показать значительное преимущество алгоритма модифицированного метода дискретной суперпозиции для практически значимой плотности распределения, соответствующей закону Релея молекулярного рассеяния фотонов в атмосфере.

#### Источники информации:

- 1) Михайлов Г. А., Войтишек А. В. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло. М.: Издательство Юрайт, 2018.
- 2) Войтишек А. В. Лекции по численным методам Монте-Карло. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2018.
- 3) Васильев Т. В., Постовалов Я. С., Черкашин Д. А. Проект компьютерной системы для выбора и исследования моделируемых вероятностных распределений // Материалы 58-й Международной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс». Математика. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2020. – С. 112.
- 4) Войтишек А. В., Постовалов Я. С., Черкашин Д. А. Система численного моделирования одномерных случайных величин NMPUD: формирование банка плотностей, автоматизация математических выкладок и приложения // Материалы XIX Международной конференции имени А. Ф. Терпугова «Информационные технологии и математическое моделирование» (Томск, 2 декабря – 5 декабря 2020 года) (принято на печать).

## Край в край

Автор:

ДЕГТЯРЕНКО Алексей Дмитриевич, МБУ «Школа 10» г.  
о. Тольятти, 6б класс

Научный руководитель:

СТРЕЛЬЦОВА Марина Витальевна, учитель математики  
МБУ «Школа 10» г. о. Тольятти.

Сколько фигур разной формы можно получить, соединяя три одинаковых квадрата край в край? Нас заинтересовало решение этой задачи и мы решили расширить круг поисков ответов.

**Основная цель работы:** выявить закономерности для составления и вычисления количества фигур в зависимости от количества квадратов.

**Основные задачи:**

- 1) Нахождение фигур, составленных из определенного количества квадратов.
- 2) Нахождение отраженных фигур, составленных из определенного количества квадратов.
- 3) Нахождение объёмных фигур, составленных из определенного количества кубов.
- 4) Нахождение отраженных объёмных фигур, составленных из определенного количества кубов.
- 5) Составление кубов и прямоугольных параллелепипедов из псевдофигур и обычных..

**Глава первая** посвящена знакомству с темой исследования. В ней рассматриваются правила, с помощью которых будут составляться плоские и объёмные фигуры.

- 1) Правило соединения равных квадратов -минимум одно общее ребро.
- 2) Будем считать фигуры равными, если при наложении они совпадают.
- 3) Будем считать фигуры отраженными, если они совпадают при помощи осевой симметрии.

**Во второй главе** рассматриваются виды полимино, встречающиеся в математической литературе.

**В третьей главе** рассматриваются объёмные полимино и псевдополимино.

Создали правила новой игры для составления объёмных фигур из кубов.

- 1) Правило соединения равных кубов -минимум одна общая грань.
- 2) Будем считать объёмные фигуры равными, если при повороте они совпадают.
- 3) Будем считать объёмные фигуры отражёнными, если они совпадают при симметрии относительно плоскости.

Придуманы три объёмных псевдофигуры, составленные из 3 кубов.



Рис.1

В четвёртой главе составлены новые исследовательские задачи и решены.

- 1) Составить куб  $3 \times 3$  из следующих 9 псевдотримино. (1 элемент из первой группы, 3 — из второй, 5 — из третьей).

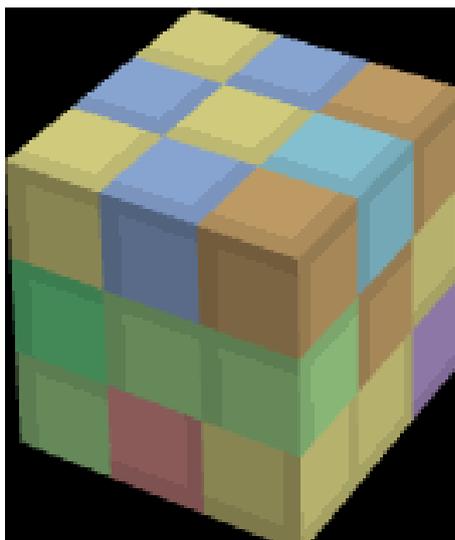


Рис.2

- 2) Составить куб  $4 \times 4 \times 4$  из следующих 8 элементов. Куб составлен из 2 прямоугольных параллелепипедов  $2 \times 4 \times 4$ .

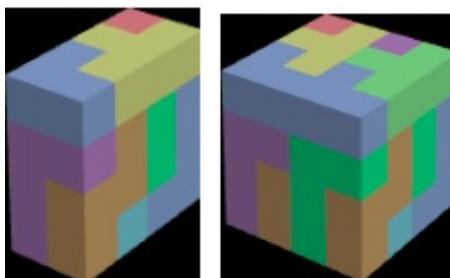


Рис.3

#### Результаты исследования:

- 1) Определены правила игры для соединения фигур из равных квадратов и кубов различного количества.
- 2) Выявлено число отраженных фигур для фигур, составленных из 4, 5, 6 равных квадратов. Составлены данные фигуры.
- 3) Не выявлено закономерности для вычисления количества фигур в зависимости от количества квадратов.
- 4) Составлены псевдофигуры для фигур объёмных полимино из 3 и 4 кубов.
- 5) Составлены и решены пять задач с использованием тримино, псевдотримино, тетрамино.

**Актуальность работы.** Данная тема представляет интерес для учащихся всех классов, так как позволяет по сделанным выводам составлять новые планиметрические и стереометрические задачи.

#### Источники информации:

- 1) Математические головоломки и развлечения. Мартин Гарднер. -М. Мир, 1971
- 2) Энциклопедия для детей.Т.11.Математика/Глав. ред. М.Д. Аксенова.-М:Аванта+,1998
- 3) <https://ru.wikipedia.org>
- 4) <https://ru.wikipedia.org/>
- 5) <https://strelkina7.livejournal.com/1329.html>
- 6) Программа для 3d моделирования — Blockbench.

## Проблема построения совершенного кубоида в современной математике

Автор:

БЕЛЕВАНЦЕВА Вероника Ильинична, МБОУ «ФМЛ №31» г. Челябинск, Челябинской области 9 класс

**Цель работы:** попробовать приблизиться к решению задачи о совершенном кубоиде и рассмотреть возможные варианты его существования. Представить алгоритм для нахождения совершенного кубоида с помощью компьютера.

### Задачи:

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Преобразовать диофантово уравнение для более удобного применения гипотез о совершенном кубоиде.
- 3) Рассмотреть гипотезы о совершенном кубоиде.
- 4) Предложить алгоритм для компьютерного подбора значений, который может быть осуществлён на различных языках программирования.

**Научная новизна** данной работы заключается в новом взгляде на уравнение, решением которого могут являться совершенные кубоиды. Необычный способ разложения данного уравнения может упростить поиск таких кубоидов на компьютере.

**Практическая значимость** работы заключается в показанном в работе упрощённом уравнении и составленном алгоритме, с помощью которого можно осуществлять компьютерный перебор значений для поиска совершенных кубоидов.

**Описание работы:** В работе выделено две важных части. Основная часть в которой приводится разложение диофантового уравнения от 4-х переменных, решениями, которого могут быть совершенные кубоиды. И часть с алгоритмом, где показан простой алгоритм для поиска совершенных кубоидов с помощью компьютера.

**Актуальность** и важность этой работы определяется тем, что проблема нахождения совершенного кубоида остается нерешенной уже несколько столетий и ее необходимо решить.

**Итоги исследования:** В данной работе было проанализировано и приведено к более простому виду диофантово уравнение 12-й степени решением, которого в натуральных числах является совершенный кубоид. Также в третьей части был предложен простой алгоритм для компьютерного подбора значений, который можно написать на любом языке программирования. К сожалению, перебор значений до 10 000, произведенный мной на компьютере, не дал положительных результатов. Существование совершенных кубоидов остаётся не доказанным и не опровергнутым.

### Источники информации:

- 1) [Ссылка](#) Неприводимые полиномы в задаче о совершенном кубоиде
- 2) <http://www.durangobill.com/IntegerBrick.html>
- 3) [Ссылка](#) Симметричный подход к задаче о совершенном кубоиде
- 4) [Ссылка](#) проект, занимающийся вычислением совершенного кубоида

## Сравнения Рамануджана для чисел тангенса

<b>Автор:</b>	ДЖУМАДИЛЬДАЕВ Медет Аскарлович, Назарбаев Интеллектуальная школа физико-математического направления в г. Алматы, 10 класс
<b>Научный руководитель:</b>	МАКИШЕВ Кайрош Бексеитович, к.ф.-м.н., директор Казахской ассоциации учителей математики
<b>Научный руководитель:</b>	СУЛТАН Рамазан Маратулы, учитель информатики Назарбаев Интеллектуальной школы физико-математического направления в г. Алматы

**Цель работы** – установить аналог сравнений Рамануджана для чисел тангенса.

**Задачи исследования:** Доказать, что любое число Эйлера  $E_n$  при делении на 720 дает остаток 16 или -272 в зависимости от остатка  $n$  при делении на 4.

Числа Эйлера определяются как коэффициенты ряда Тейлора функции

$$(x) + \tanh(x) = \sum_{n \geq 0} E_n \frac{x^n}{n!}$$

Список первых десяти чисел Эйлера:

$$E_0 = 1, E_1 = 1, E_2 = -1, E_3 = -2, E_4 = 5, E_5 = 16, E_6 = -61, E_7 = -272 \\ E_8 = 1385, E_9 = 7936, E_{10} = -50521$$

Числа Эйлера  $E_{2n}$  называются числами секанса, и числа  $E_{2n+1}$  – числами тангенса.

Комбинаторный способ определения чисел Эйлера:  $E_n$  – число вверх-вниз (Up-down) перестановок. Например, {1324, 1423, 2314, 2413, 3412} – список таких перестановок при  $n = 4$ , поэтому  $E_4 = 5$ . Есть ещё рекуррентный способ вычисления  $E_n$  предложенный Арнольдом [2].

Рамануджан заметил, что последняя цифра чисел Эйлера с индексом  $4n$  будет 5,

$$E_4 = 5, E_8 = 1385, E_{12} = 2702765, E_{16} = 19391512145, E_{20} = 370371188237525, \dots$$

и все числа Эйлера с индексом  $4n+2$  оканчиваются цифрой 1

$$E_2 = -1, E_6 = -61, E_{10} = -50521, E_{14} = -199360981, E_{18} = -2404879675441, \dots$$

Более того, имеют место следующие сравнения (стр.124 [1]).

**Теорема (Рамануджан)**

$$E_{4n} \equiv 5 \pmod{60}, \quad n > 0 \\ E_{4n+2} \equiv -1 \pmod{60}, \quad n \geq 0$$

В нашей работе мы даем обобщение сравнений Рамануджана для чисел тангенса.

**Теорема.** Для  $n > 0$  действительны следующие сравнения

$$E_{4n+1} \equiv 16 \pmod{720} \\ E_{4n+3} \equiv -272 \pmod{720}$$

Если

$$E_{4n+1} \equiv E_5 \pmod{N_1} \\ E_{4n+3} \equiv E_7 \pmod{N_3}$$

для любых  $n \geq 0$ , тогда  $N_1 = N_3 = 720$ .

**Актуальность.** Работа посвящена изучению сравнений числовых последовательностей, возникающих во многих отраслях классического анализа, теории чисел, топологии, комбинаторики и теории особенностей.

**Итоги исследования.** В случае чисел секанса результат был получен Рамануджаном. Мы продолжаем этот результат на случай чисел тангенса. При этом, мы устанавливаем, что база сравнения для чисел тангенса будет 720, вместо ожидаемой 60 и, что это число не улучшаемо.

**Источники информации:**

- 1) *B.C. Berndt.* Ramanujan's notebooks Part I, Springer-Verlag, 1985.
- 2) *В.И. Арнольд.* Исчисление змей и комбинаторика чисел Бернулли, Эйлера и Спрингера групп Кокстера, Успехи Матем. Наук, т.47 вып. 1(283), 1992.
- 3) *L. Carlitz, R.Scoville.* Enumeration of up-down permutations by upper records, Monatshefte für Mathematik, 79 (1975), p.3-12.

## Некоторые характеристики $m$ -многогранников

Автор:

ДОЛГОВ Александр Алексеевич, 11 класс МОУ «Гимназия №3 Центрального района Волгограда»

Научный руководитель:

ЛЕЦКО Владимир Александрович, к. п. н., доцент, ВГ-СПУ

Исследование посвящено изучению выпуклых многогранников.

**Актуальность исследования:** выпуклые многогранники привлекают математиков со времен античности до наших дней. Поэтому новый взгляд на классические объекты представляется автору интересным.

Через  $v$ ,  $f$  и  $e$  будем обозначать соответственно количества вершин, граней и рёбер многогранника  $P$ . Вектором граней многогранника  $P$  назовем набор  $[f_3, f_4, \dots, f_s]$ , где  $f_i$  – количество  $i$ -угольных граней  $P$ , а  $s$  – наибольшее число сторон в гранях.

Будем говорить, что  $P$  относится к классу  $m$ , если  $f_i = m$ . Для краткости договоримся называть многогранник, относящийся к классу  $m$ ,  $m$ -многогранником.

**Цель исследования:** получить формулы для наименьшего и наибольшего количества граней, рёбер и вершин  $m$ -многогранника, формулу для вычисления наибольшего числа вершин в грани  $m$ -многогранника, формулу для вычисления наибольшей степени вершины  $m$ -многогранника.

Для получения ответов на поставленные вопросы использовался метод «оценка плюс пример», классические соотношения комбинаторной теории многогранников (теорема Эйлера, теорема Эберхарда, неравенства, связывающие количества вершин, рёбер и граней), Теорема Штайница.

**Основные результаты:** удалось получить и обосновать формулы для вычисления наименьшего и наибольшего количества вершин, граней и рёбер  $m$ -многогранника, формулу для вычисления наибольшего числа вершин в грани  $m$ -многогранника:

$$v_{\min}(m) = \begin{cases} 8 & \text{при } m = 2 \\ 6 & \text{при } m = 3 \\ k + 2 & \text{при } m = 2k, k > 1 \\ k + 4 & \text{при } m = 2k + 1, k > 1 \end{cases}$$

$$v_{\max}(m) = \begin{cases} 12 & \text{при } m = 2 \\ 28 & \text{при } m = 3 \\ 14m - 12 & \text{при } m \geq 4 \end{cases}$$

$$f_{\min}(m) = \begin{cases} 6 & \text{при } m = 2 \text{ и } m = 5 \\ 5 & \text{при } m = 3 \\ 8 & \text{при } m = 7 \\ m & \text{иначе} \end{cases}$$

$$f_{\max}(m) = \begin{cases} 8 & \text{при } m = 2 \\ 16 & \text{при } m = 3 \\ 7m - 4 & \text{при } m \geq 4 \end{cases}$$

$$e_{\min}(m) = \begin{cases} 12 & \text{при } m = 2 \\ 9 & \text{при } m = 3 \\ 3k & \text{при } m = 2k, k > 1 \\ 3k + 4 & \text{при } m = 2k + 1, k > 1 \end{cases}$$



$$e_{max}(m) = \begin{cases} 18 & \text{при } m = 2 \\ 42 & \text{при } m = 3 \\ 21m - 18 & \text{при } m \geq 4 \end{cases}$$
$$s_{max}(m) = \begin{cases} 6 & \text{при } m = 2 \\ 5m - 3 & \text{при } m \geq 3 \end{cases}$$

Отметим, что возможные значения  $v$  заведомо не заполняют весь диапазон между  $v_{min}$  и  $v_{max}$ . Для значений  $e$  картина аналогична. В то же время, значения  $f$ , по-видимому, всегда принимают все промежуточные значения.

Насколько автору известно, работа является оригинальной.

Удалось достичь всех поставленных целей за исключением одной: достижимость оценки сверху для наибольшей степени вершины  $m$ -многогранника  $d_{max} \leq 3m - 3$  удалось доказать лишь для случаев  $m = 2, m = 3$  и  $m = 4$ , но не для общего случая.

#### Источники информации:

- 1) *B. Grünbaum, Convex Polytopes, 2nd edition, Springer, 2003.*

## Нелинейные рекуррентные последовательности

Автор:

ЖИГАЛИН Кирилл Андреевич, МБОУ «Гимназия №123»  
г. Барнаул Алтайского края, 11 класс физ-мат профиля

Научный руководитель:

НИКИТЕНКО Олег Викторович, старший преподаватель  
математики и мат. анализа АлтГту им. Ползунова

**Цель работы:** получение явного вида формулы общего члена для некоторых классов нелинейных рекуррентных последовательностей 1-го порядка.

**Задачи:**

- 1) Конструирование функциональных соотношений, обладающих необходимыми свойствами.
- 2) Подбор функций, удовлетворяющих полученным функциональным уравнениям.

**Научная новизна:** Результаты проекта имеют теоретическое значение, так как для последовательностей, определяемых нелинейными рекуррентными соотношениями, не существует общей теории, позволяющей находить общий член последовательности в «замкнутой» форме.

**Практическая значимость:** Практическое применение проекта: Результаты проекта могут быть использованы всеми, кто решает задачи рекурсивного характера: рекурсивное вычисление значений функций, приближенное решение уравнений произвольного вида (итерационные процессы в линейной алгебре и математическом анализе), приближенное решение дифференциальных уравнений (метод конечных разностей и применение степенных рядов), решение некоторых типов функциональных уравнений, вычисление значений цепных дробей, оценка сложности алгоритмов, комбинаторные задачи. (Теоретический базис для целевой аудитории-людей разрабатывающих сложные алгоритмы, пакеты вычислительных программ для вычислительной техники.)

**Описание работы:** Основная(исследовательская) часть работы представлена в главе 2.

1 глава является обобщением известной теории в отношении **ЛИНЕЙНЫХ** рекуррентных последовательностей. Во 2 главе представлены два основных метода(Метод частичной декомпозиции и Метод введения дополнительной последовательности) получения формулы замкнутого вида общего члена **НЕЛИНЕЙНОЙ** рекуррентной последовательности. Основной идеей двух методов является преобразование нашей нелинейной последовательности в функциональный вид некой функции где аргументом будет являться предыдущий член последовательности, а значением функции(от предыдущего члена) будет являться следующий член данной последовательности. Далее пользуясь предложенными методами мы сводим **НЕЛИНЕЙНУЮ** последовательность к линейной(к той для которой мы умеем находить формулу общего члена например: геометрической или арифметической прогрессии). Особое внимание стоит уделить тому, что данные методы позволяют получить решения для целых классов последовательностей, то есть в своем роде являются новаторскими теоремами для конкретных классов **НЕЛИНЕЙНЫХ** последовательностей.

**Как пришла идея подготовить данный проект:** При решении олимпиадных заданий по математике, требующих особого подхода, я заметил что при решении конкретной задачи, я нахожу методы позволяющие решать целые классы последовательностей.

**Итоги исследования:** В процессе реализации исследовательской работы найдены два вида функциональных соотношений, которые позволяют получать нелинейные рекуррентные последовательности для которых можно найти общий член в "замкнутой форме". Предложены несколько примеров функций удовлетворяющих этим функциональным соотношениям. В проекте рассмотрены некоторые способы исследования нелинейных рекуррентных последовательностей первого порядка. Основная идея методов, рассмотренных нами, состоит в переходе от данной последовательности с помощью алгебраических преобразований или замены к любой последовательности, для которой известна формула общего члена или формула для частичных сумм в замкнутом виде. Это позволяет, например, получать формулы общего члена для достаточно широких классов рекуррентных последовательностей с помощью комбинирования рекуррентных соотношений (в изученных случаях) и введения вспомогательной последовательности.



## Итерации функции Эйлера

Автор:

ЗЮБИН Константин Сергеевич, МАОУ СОШ № 32 г. Томска

Научный руководитель:

ИВАНОВА Нина Михайловна, учитель математики, МАОУ СОШ № 32 г. Томска

### Краткая постановка цели(ей) и задач исследования:

Исследовать последовательности попарно различных натуральных чисел  $(n_0, \dots)$ , такие что для каждого  $i > 0$  выполняется  $\varphi(n_i) = n_{i-1}$ , где  $\varphi(n)$  — функция Эйлера. Определить при каких условиях такие последовательности могут быть бесконечными.

### Основной текст тезисов:

В настоящей статье рассматриваются последовательности попарно различных натуральных чисел  $(n_0, \dots)$ , такие что для каждого  $i > 0$  выполняется  $\varphi(n_i) = n_{i-1}$ , где  $\varphi(n)$  — функция Эйлера. Доказывается, что всякая такая бесконечная последовательность, начинающаяся с  $n_0 = 1$ , либо

- 1) имеет вид  $n_i = 2^i$ ,  $i \in \mathbb{N}$ , либо
- 2) существует натуральное  $l$ , такое что  $n_i = 2^i$  при  $i \leq l$  и  $n_i = 2^l 3^{i-l}$  для всех  $i > l$ .

Как следствие, доказывается, что произвольная бесконечная последовательность с таким свойством является сегментом одной из вышеуказанных последовательностей I или II.

### Актуальность работы:

Работа связана с изучением свойств функции Эйлера. Существуют открытые проблемы связанные с этой функцией, некоторые из них упоминаются в книге Richard K. Guy, *Unsolved Problems in Number Theory* (2004, Springer).

### Итоги исследования:

Доказана теорема и следствие из неё:

*Теорема.* Пусть  $n_0$ , — бесконечная последовательность попарно различных натуральных чисел, такая что для каждого  $i > 0$  выполняется  $\varphi(n_i) = n_{i-1}$  и  $n_0 = 1$ . Тогда либо

- 1)  $n_i = 2^i$ ,  $i \in \mathbb{N}$ , либо
- 2) существует натуральное  $l$ , такое что  $n_i = 2^i$  при  $i \leq l$  и  $n_i = 2^l 3^{i-l}$  для всех  $i > l$ .

*Следствие.* Каждая бесконечная последовательность попарно различных натуральных чисел  $(n_0, \dots)$ , такая что для каждого  $i > 0$  верно  $n_i = n_{i-1}$ . является сегментом последовательности, принадлежащей виду 1 или 2 из теоремы.

### Источники информации:

- 1) Бухштаб А.А., Теория чисел, М.: Просвещение, 1966.
- 2) Дэвенпорт Г., Высшая арифметика, М.: Наука, 1965.

## Четырёхугольники и отрезки

Автор:

КОЗИНЕЦ Руслан ГУО «Гимназия №3 г. Бреста», Республика Беларусь, 10 класс

Научный руководитель:

О.В. ЛИТВИНОВИЧ Нина Владимировна учитель математики и информатики высшей категории ГУО «Гимназия №3 г. Бреста»

**Цель работы:** рассмотреть пересечение отрезков и разных видов четырёхугольников, сделать обобщения задач.

**Задачи:**

- 1) Рассмотреть пересечение отрезков, соединяющих вершины и середины сторон четырёхугольника.
- 2) Рассмотреть пересечение биссектрис углов прямоугольника и параллелограмма.
- 3) Рассмотреть пересечение квадрата и ромба отрезками, лежащими на параллельных прямых.
- 4) Сделать обобщение задач.

**Научная новизна.** Обобщения рассматриваемых задач не проводились. Условия задач о пересечении биссектрис прямоугольника и параллелограмма, задача о пересечении отрезков, соединяющих вершины и середины сторон квадрата и прямоугольника, есть в учебнике «Геометрия, 8 класс» и «Наглядная геометрия», но определить нужно только вид фигуры. Задачи о пересечении квадрата и ромба отрезками, лежащими на параллельных прямых, нигде не встречаются, но в Интернете в «Архиве номеров Кванта» есть условие задачи о полосе и квадрате, которая рассматривается в работе.

**Практическая значимость.** Работа может быть использована на уроках геометрии, на факультативах, при подготовке к олимпиадам, на внеклассных мероприятиях по математике.

**Гипотеза:** при пересечении четырёхугольников отрезками получаются фигуры, вид которых можно определить и в общем случае вывести формулу для нахождения их площади.

**Описание работы.** Работа состоит из введения, трех глав и заключения. В первой главе рассматривается пересечение отрезков, соединяющих вершины и середины сторон квадрата, прямоугольника и параллелограмма, делается обобщение задач: если каждая вершина параллелограмма соединена с серединой стороны, которая лежит между двумя следующими вершинами (считать вершины в одинаковом порядке), то отрезки своим пересечением образуют параллелограмм, площадь которого равна пятой части площади исходного параллелограмма. Если сходная фигура прямоугольник или квадрат, то получается частный случай. Для квадрата в пересечении получится квадрат.

Для произвольного выпуклого четырёхугольника  $ABCD$  в этом случае получается: если  $E, F, K, L$  – середины сторон, то площадь четырёхугольника, образованного прямыми  $EC, AK, BL, FD$ , равна сумме площадей четырёх треугольников (Приложение 1).

Если противоположные стороны четырёхугольника разделены на три равные части и точки деления попарно соединены, то площадь той части четырёхугольника, которая заключена между этими отрезками, в три раза меньше площади самого четырёхугольника (Приложение 2).

Во второй главе рассматривается пересечение биссектрис углов прямоугольников и параллелограммов. Результаты исследования размещены в таблицах (Приложение 3). При пересечении биссектрис углов параллелограмма получится прямоугольник, площадь которого равна  $\frac{(b-a)^2 \sin \alpha}{2}$ , где  $a, b$  – стороны параллелограмма,  $\alpha$  – острый угол. Если исходная фигура прямоугольник, то получится частный случай. Формула для вычисления площади будет верна, так как  $\alpha = 90^\circ, \sin 90^\circ = 1$ .

В третьей главе рассмотрено пересечение квадрата и ромба отрезками, лежащими на параллельных прямых. Если ромб  $ABCD$  с высотой  $a$  пересечен отрезками  $MN$  и  $PQ$ , лежащими на параллельных прямых, находящимися на расстоянии  $a$ , то отрезки  $MQ$  и  $NP$  пересекаются под углом, равным половине тупого угла (в случае квадрата будет угол  $45^\circ$ ).



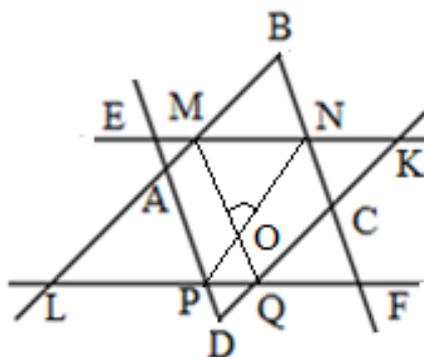


Рис. 1.

Пусть  $\angle ABC$  – острый угол ромба.  $MN \cap AD = E$ ,  $QP \cap B = F$ .  $NF$  – ромб.  $N$  – его диагональ и, значит, биссектриса  $MNC$ . Если продлим стороны  $A$  и  $CD$  до пересечения с прямыми  $PQ$  и  $MN$ , получим ромб  $MKQL$ , в котором диагональ  $MQ$  будет биссектрисой  $\angle AMN$ .

Пусть  $\angle BMN = \alpha$ ,  $\angle BNM = \beta$ . В  $\triangle MBN$   $\alpha + \beta + \angle MBN = 180^\circ$ . Тогда  $\alpha + \beta = 180^\circ - \angle MBN$ .  $\angle NMA = 180^\circ - \alpha$ ,  $\angle NMO = (180^\circ - \alpha)/2$  т. к.  $MQ$  – биссектриса  $\angle AMN$ .  $\angle MNC = 180^\circ - \beta$ ,  $\angle MNO = (180^\circ - \beta)/2$ , т. к.  $NP$  – биссектриса  $\angle MNC$ . Рассмотрим  $\triangle MNQ$ .  $\angle MON = 180^\circ - \angle NMO - \angle MNO = 180^\circ - \frac{180^\circ - \alpha}{2} - \frac{180^\circ - \beta}{2} = \frac{\alpha + \beta}{2}$ . Так как  $\alpha + \beta = 180^\circ - \angle MBN$ , то  $\angle MON = (180^\circ - \angle MBN)/2$ . Так как  $ABCD$  – ромб, то  $\angle BAD + \angle CBA = 180^\circ$ , отсюда  $\angle CBA = 180^\circ - \angle BAD$ .

В работе доказано, что противоположные вершины ромба и точка пересечения отрезков лежат на одной прямой.

При рассмотрении предыдущей задачи, можно обнаружить три ромба с равными высотами:  $ABCD$ ,  $ENFP$ ,  $MKQL$ . При наложении трёх ромбов с одинаковой высотой были доказаны некоторые свойства получившегося звёздчатого шестиугольника  $AEMBNKCFQDPL$ . (Приложение 4). Отрезки, исходящие из его острых противоположных углов, пересекаются в одной точке  $O$ . Отрезки, исходящие из неострых противоположных углов попарно пересекаются, а точки пересечения образуют треугольник, внутри которого находится точка  $O$ .

**Итоги исследования:** Считаю, что цель выполнена. Для некоторых случаев гипотеза подтвердилась, но были обнаружены и другие свойства, в том числе свойства отрезков, соединяющих вершины, звёздчатого шестиугольника. Были сделаны обобщения задач.

#### Источники информации:

- 1) Наглядная геометрия: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения/ В.В.Казаков. – 4-е изд. - Минск: Аверсэв, 2015. - 121 с.:ил.
- 2) Геометрия: учебное пособие для 8-го класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения/ В.В.Казаков. – Минск: Народная асвета, 2018.- 199 с.: ил.
- 3) <https://ronl.org/stati/matematika/472610/>
- 4) [http://kvant.mccme.ru/1992/02/konkurs\\_matematika\\_6-8.htm](http://kvant.mccme.ru/1992/02/konkurs_matematika_6-8.htm)

#### Приложение 1. Свойства произвольного четырехугольника

Дан произвольный четырёхугольник. Пусть  $E, F, K, L$  – середины сторон выпуклого четырёхугольника  $ABCD$  (рис. 2). Доказать, что площадь четырёхугольника, образованного прямыми  $EC, AK, BL, FD$ , равна сумме площадей четырех треугольников, отмеченных на рисунке.

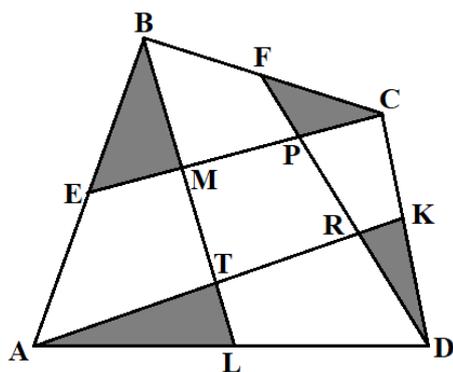


Рис. 2.

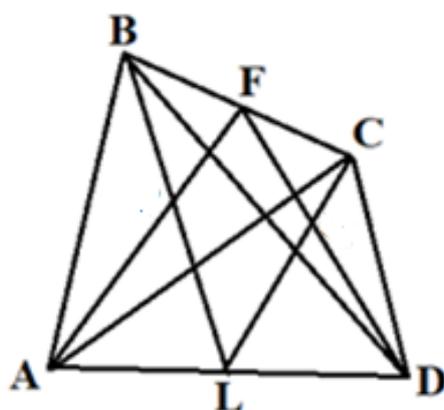


Рис. 3.

*Доказательство:* Пусть  $F$  и  $L$  – середины противоположных сторон  $BC$  и  $AD$  четырехугольника  $ABCD$  (рис. 3). Проведем отрезки  $CL, AF, BL, D, DF$ . В  $\triangle ACD$  медиана  $CL$  делит его на два треугольника равной площади, т.е.  $S_{ACL} = S_{DCL}$ , а в  $\triangle ABC$  медиана  $AF$  делит его на два равновеликих треугольника, т.е.  $S_{BAF} = S_{CAF}$ .  $S_{AFCL} = S_{CAF} + S_{ACL}$ , тогда  $S_{AFCL} = S_{ABCD}/2$ . Аналогично,  $S_{LBFD} = S_{BDL} + S_{BDF}$  и  $S_{LBFD} = S_{ABCD}/2$ .

Пусть  $EC \cap BL = M$ ,  $EC \cap FD = P$ ,  $AK \cap BL = T$ ,  $AK \cap FD = R$  (рис. 2). Известно, что  $S_{AECK} = S_{ABCD}/2$ ,  $S_{DLBF} = S_{ABCD}/2$ .  $S_{ABCD} = S_{AECK} + S_{DLBF} - S_{MPRT} + S_{\triangle-ов} \cdot S_{\triangle-ов} = S_{ABCD} - S_{AECK} - S_{DLBF} + S_{MPRT} = S_{ABCD} - S_{ABCD}/2 - S_{ABCD}/2 + S_{MPRT} = S_{MPRT}$ . Значит, площадь четырехугольника  $MPRT$  равна сумме площадей четырех треугольников. Доказано.

### Приложение 2. Свойства произвольного четырехугольника

Если противоположные стороны четырехугольника  $ABCD$  разделены на три равные части и точки деления попарно соединены, то площадь той части четырехугольника, которая заключена между этими отрезками, в три раза меньше площади самого четырехугольника.  $S_{EGHF} = S_{ABCD}/3$  (рис.4).

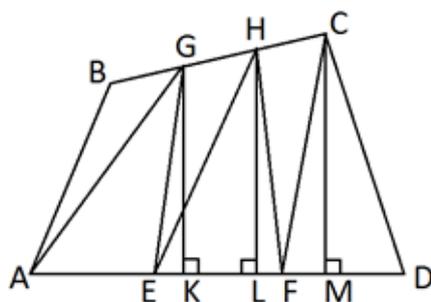


Рис. 3

Рис. 4.

*Доказательство:* Пусть точки  $G, H$  делят сторону  $BC$ , а точки  $E, F$  сторону  $AD$  на три равные части.  $GK \perp AD$ ,  $HL \perp AD$ ,  $CM \perp AD$ .  $GH = HC$ ,  $GK \parallel HL \parallel CM$ , то  $KL = LM$ .

$KFCM$  – трапеция,  $HL$  – её средняя линия.  $2HL = GK + CM$ ;  $HL = (GK + CM)/2$ .  $S_{AGE} = (AE \cdot GK)/2$ ,  $S_{FCD} = (FD \cdot CM)/2$ .

$S_{EHF} = EF \cdot HL/2 = EF \cdot (GK + CM)/4 = EF \cdot GK/4 + EF \cdot CM/4 = AE \cdot GK/4 + FD \cdot CM/4 = S_{AGE}/2 + S_{FCD}/2 = (S_{AGE} + S_{FCD})/2$ . Аналогично,  $S_{GEH} = (S_{ABG} + S_{FHC})/2$ .

$2S_{EGHF} = S_{ABGE} + S_{FHCD}$ .  $S_{EGHF} = S_{EHF} + S_{GEH} = (S_{AGE} + S_{FCD})/2 + (S_{ABG} + S_{FHC})/2 = (S_{AGE} + S_{FCD} + S_{ABG} + S_{FHC})/2 = (S_{ABGE} + S_{FHCD})/2$ .  $2S_{EGHF} = S_{ABGE} + S_{FHCD}$ .  $S_{EGHF} = S_{ABCD}/3$ , что и требовалось доказать.

### Приложение 3. Свойство биссектрис углов прямоугольника и параллелограмма

Проведены биссектрисы углов прямоугольника  $ABCD$  со сторонами  $a$  и  $b$  ( $a < b$ ).  $FKLM$  – прямоугольник. Результаты исследования:

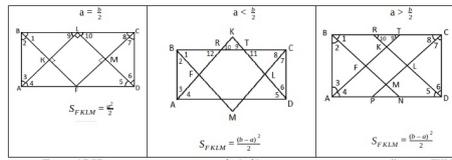


Рис. 5.

Пусть  $ABCD$  – параллелограмм,  $a$  и  $b$  ( $a < b$ ) – его стороны,  $\alpha$  – острый угол.  $FKLM$  – прямоугольник. Результаты исследования:

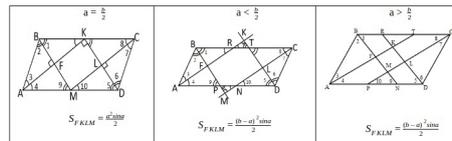


Рис. 6.

### Приложение 4. Свойства отрезков звездчатого шестиугольника

Три ромба с одинаковой высотой расположены так, как показано на рисунке 7. Докажем, что: а) отрезки  $EF$ ,  $MQ$  и  $AC$  пересекаются в одной точке; б) отрезки  $BD$ ,  $MQ$  и  $NP$  пересекаются в одной точке; в) отрезки  $KL$ ,  $NP$  и  $CA$  пересекаются в одной точке; г) отрезки  $EF$ ,  $BD$  и  $KL$  пересекаются в одной точке.

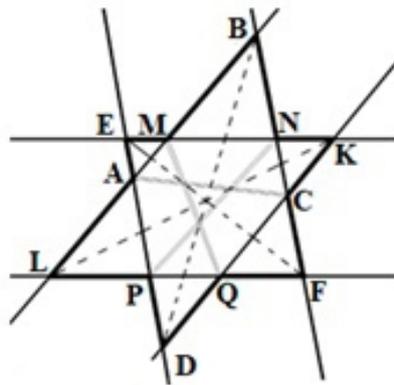


Рис. 7.

*Доказательство:*

а) При пересечении двух полос шириной  $a$  образуется ромб с высотой  $a$ . Значит,  $ENFP$  – ромб, который пересекает образованную прямыми полосу в точках  $A$ ,  $M$  и  $Q$ ,  $C$  соответственно.

$AC$  – биссектриса  $\angle PAM$ ,  $MQ$ – биссектриса  $\angle AMN$  (рис. 6),  $EF$ - диагональ ромба.  $MQ \cap AC = X$ . Точка пересечения  $X$  лежит на диагонали ромба  $EF$ . Значит, отрезки  $EF$ ,  $MQ$  и  $AC$  пересекаются в одной точке  $X$ .

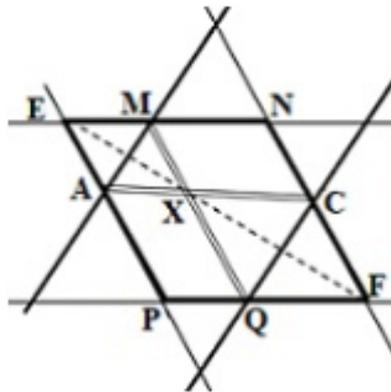


Рис. 8.

б) Для доказательства рассмотрим ромб  $ABCD$  (рис. 9), который пересекает полосу в точках  $M, N$  и  $P, Q$ .  $PN$  – биссектриса  $\angle QPA$ ,  $QM$  – биссектриса  $\angle CQP$ ,  $BD$  – диагональ ромба.  $PN \cap QM = Z$ . Точка  $Z$  лежит на диагонали  $BD$ . Значит, отрезки  $BD, MQ$  и  $NP$  пересекаются в одной точке.

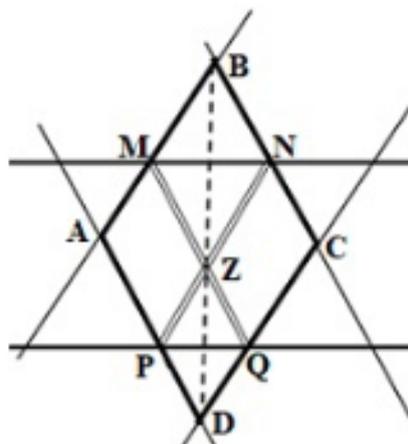


Рис. 9.

в) Аналогично рассмотрим ромб  $MKQL$  (рис. 10).  $NP$  – биссектриса  $\angle MNC$ ,  $CA$  – биссектриса  $\angle NCQ$ ,  $KL$  – диагональ.  $NP \cap AC = Y$ .  $Y$  лежит на диагонали  $KL$ . Значит, отрезки  $KL, NP$  и  $CA$  пересекаются в одной точке.

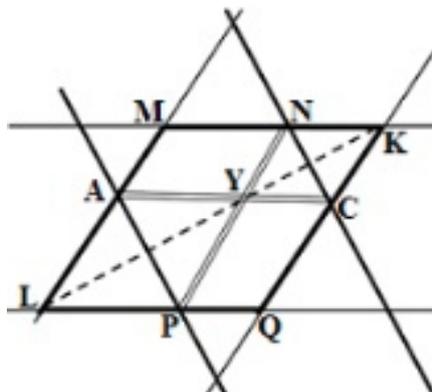


Рис. 10.

г)  $EF \cap KL = O$  (рис. 11). Точка  $O$  лежит на диагонали  $EF$  ромба  $ENFP$ , значит, лежит на биссектрисе его углов и равноудалена от прямых  $EP, EN$  и  $FN, FP$ .

Точка  $O$  лежит на диагонали  $KL$  ромба  $MKQL$ , значит, лежит на биссектрисе его углов и равноудалена от прямых  $KM, KQ, LQ, LM$ .

Значит, точка  $O$  находится на одинаковом расстоянии от прямых  $ED, EK, BF, LF, KD, LB$ . Следовательно,  $O$  равноудалена от  $ED$  и  $KD$ , а, значит от сторон  $\angle EDK$ , то есть лежит на биссектрисе этого угла. В ромбе  $ABCD$  диагональ  $BD$  является биссектрисой его углов, тогда точка  $O$  лежит на  $BD$ .

Следовательно, отрезки  $EF, BD$  и  $KL$  пересекаются в одной точке, что и требовалось доказать.

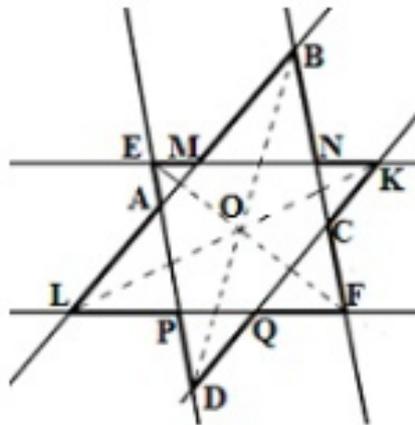


Рис. 11.

## Геометрический метод сравнения объектов при решении многокритериальных задач

Автор:

КОЛОДИНА Анна Евгеньевна, МАОУ Екатерининская  
гимназия № 36 г. Краснодар

Для принятия обоснованного решения часто необходимо сравнивать объекты, характеризующиеся разнообразными показателями: эксплуатационными, экономическими, техническими, политическими и др. Оценка социально-экономического развития регионов, оценка результативности проектов, оценка эффективности управленческих команд, оценка рисков при актуарных расчетах, в кредитовании, даже выбор лучшего ученика школы – это примеры многокритериальных задач.

Сравнение большого количества объектов, описываемых большим количеством (десятками и сотнями) количественных и качественных показателей, крайне затруднительно. Как правило, такие объекты, оказываются несравнимыми, либо их сравнение является избыточно трудоемким.

Только наличие работоспособного методологического инструментария, позволяющего эффективно консолидировать многочисленные показатели объектов в агрегированный комплексный критерий, способно существенно упростить процедуру сравнения объектов по их свойствам для принятия решения.

Все вышеперечисленное обуславливает актуальность проведения исследования, разработку эффективного метода сравнения объектов и его реализацию с помощью программных средств.

**Целью исследования** является разработка метода сравнения объектов по комплексному критерию, агрегированному из многочисленных количественных и качественных признаков, позволяющих существенно снизить трудоемкость принятия решения.

В исследовании были использованы следующие методы: теории принятия решений, теории множеств, теории измерений, системного анализа.

Для реализации поставленной цели в работе поставлены и решены следующие **задачи**:

- исследованы существующие подходы к сравнению объектов по количественным и качественным показателям;
- обоснованы принципы сравнения объектов по многочисленным разнонаправленным количественным и качественным показателям;
- предложен метод реализации предложенных принципов;
- алгоритмы предложенного метода реализованы на практике путем создания прикладного программного продукта;
- проведена апробация метода и программного продукта при решении практических задач.

Результаты работы могут быть широко использованы на практике.

## Реберные степенные последовательности графов

Автор:

КУЗЬМИЧ Ольга Николаевна, ГУО «Гимназия №13 г. Минска»

Научный руководитель:

ГИНЗБУРГ Андрей Александрович, ассистент кафедры высшей математики факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета

**Цель работы:** определение всех вершинных и реберных графических последовательностей графов, реализуемых связными графами

**Задачи:**

- Описание последовательностей в зависимости от наибольшего элемента —  $d_1$
- Описание последовательностей с конкретным, не обязательно максимальным, элементом
- Анализ графов в зависимости от суммы степеней ребер
- Графичность реберной последовательности
- Описание вершинных и реберных последовательностей некоторых классов орграфов

**Актуальность:** Общеизвестными являются некоторые исследования, связанные с вершинными степенными последовательностями графов. Так, исследован вопрос графичности последовательности и различных типов реализации данной графической последовательности[1]. Работы, связанные с реберными степенными последовательностями графов отыскать не удалось. Это обосновывает актуальность работы.

**Основой работы** послужила задача Республиканского Турнира Юных Математиков 2021 года — ”Реберные степенные последовательности графов”. В данной задаче предлагалось рассмотреть несколько вопросов, связанных с вершинными и реберными степенными последовательностями графов.

Степень ребра  $\square\square$  равна  $\deg(u) + \deg(v) - 2$ . Определим реберную степенную последовательность как  $\pi = (d_1, d_2, \dots, d_n)$ ,  $d_i \leq d_{i-1}$ ,  $d_i > 1$ ,  $d_i \in N^0$ . Одним из методов анализа реберных последовательностей является рассмотрение этих последовательностей в качестве вершинных и анализ реализаций данных вершинных последовательностей на возможность быть реберными графам. Кроме того, в некоторых моментах исследования использовались различные алгоритмы и их реализации, связанные с графами. Некоторые результаты получены рекурсивно, то есть выводы для каждого нового порядка графов зависят от предыдущих.

Реберные последовательности рассматривались в зависимости от значения  $d_1$ . В части все последовательности для которых  $d_1 = m - 1$  были описаны,  $m$  — количество ребер в графе. Все данные последовательности униграфические кроме  $(2, 2, 2)$ . Критерии для графичности последовательностей с наибольшими элементами  $d_1 = \{1, 2, 3\}$  описаны. Наиболее интересным результатом данной части работы следует считать оценку  $E_3^3(E_1 - 2)$  для  $d_1 = 3$ ,  $E_x$  — количество ребер имеющих степень  $x$ . Была показана оценка количества ребер и суммы элементов последовательности в зависимости от  $d_1$ . Описан алгоритм нахождения всех последовательностей с конкретным элементом. Это внушительный прорыв к достижению основной цели работы. Был рассмотрен вопрос о поиске минимального графа для заданной суммы степеней ребер. Найдены такие графы для первых 30 четных значений сумм.

Далее можно рассмотреть вопросы: усиление оценки количества вершин при поиске минимального графа с заданной суммой степеней ребер, описание всех вершинных (реберных) последовательностей с конкретным элементом для малых порядков графов, определение критериев графичности реберной последовательности для орграфов, вывод общих закономерности вершинных графических и реберных графических последовательностей для ориентированных графов, определение взаимосвязи вершинных и реберных последовательностей для начального и реберного орграфов, исследование вопросов максимальности и минимальности суммы степеней ребер, исследование описанных последовательностей на униграфичность.



В работе описан алгоритм построения реализации реберной графической последовательности. Главная идея заключается в принятии реберной последовательности в качестве вершинной. Далее последовательность проверяется на графичность и если так, строится серия ее реализаций. Каждая проверяется на возможность быть реберным графом (критерии Байнеке). Реконструируем исходный граф по реберному. Это и есть реберная реализация данной нам последовательности.

Следующим интересным пунктом работы стало рассмотрение вопросов, связанных с реберными последовательностями на ориентированных графах. Были описаны критерии вершинных и реберных графических последовательностей для орциклов и орцепей. Показано, что сумма чисел в реберной последовательности орциклов константа, а для орцепей принимает одно из трех конкретных значений. Для турниров описана идея построения всех вершинных последовательностей для данного порядка графа. Найдена формула для подсчета количества вершинных последовательностей турниров для конкретного порядка графов:

$$f(x, y, z) = \sum_{i=0}^z f(x-1, y-z, i)$$

$$F(x) = \sum f(x, x(x-1)2, z)$$

Идея доказательства сходна с таковой для доказательства неравенства Мюрхеда. Также была посчитана сумма степеней ребер для турниров определенного порядка (было доказано, что она константна):

$$S(n) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i-2}^{2i-3} = \frac{n(n-1)(2n-6)}{4}$$

#### Главные результаты исследования:

- Критерии графичности реберной последовательности для  $d_1 = \{1, 2, 3\}$
- Оценка  $E_33(E_1-2)$  для  $d_1 = 3$ ,  $E_x$  — число ребер степени  $x$
- Алгоритм определения графичности реберной последовательности
- Формула нахождения количества различных вершинных графических последовательностей для турниров

#### Источники информации:

- 1) *Емеличев В. А., Мельников О. И., Сарванов В. И., Ташикевич Р. И.* Лекции по теории графов: Учебное пособие. Изд. стереотип. М.: ЛЕНАНД, 2019. — 390 с.
- 2) [Ссылка](#) — построение графа по вершинной последовательности
- 3) <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

## Свойство треугольников с общим основанием, вписанных в одну и ту же окружность

Автор:

КУЧЕР Кирилл Владимирович, 11 класс ГБОУ Московской области “Сергиево-Посадский физико-математический лицей”

Научный руководитель:

ГАВРИЛЕНКО Галина Юрьевна, учитель математики, физико-математический лицей

### Цель работы:

Сформулировать и доказать новое свойство треугольников с общим основанием, вписанных в одну и ту же окружность.

### Задачи:

- Изучить свойства медиан треугольников;
- Изучить все теоремы, связанные с теоремой Наполеона;
- Найти и доказать новое свойство треугольников, имеющих общее основание и вписанных в одну и ту же окружность.

### Актуальность:

Данная работа исследует закономерности, вытекающие из теоремы Наполеона. Доказываются новые интересные и красивые задачи, которые могут подтолкнуть юных учеников к исследовательской деятельности.

### В работе доказываются следующие теоремы:

*Теорема 1.* Свойство равнобедренных треугольников

Построим равнобедренные подобные треугольники  $\triangle BED$  и  $\triangle CFD$  с основаниями  $BD$  и  $CD$  соответственно.

При движении точки  $D$  по окружности середина отрезка, соединяющего вершины равнобедренных треугольников  $EF$  будет двигаться по окружности с  $r = 12R$ . Центром этой окружности будет являться середина отрезка, соединяющего центр первой окружности и вершину треугольника  $\triangle BHC$  с основанием  $BC$  подобного построенным равнобедренным треугольникам.

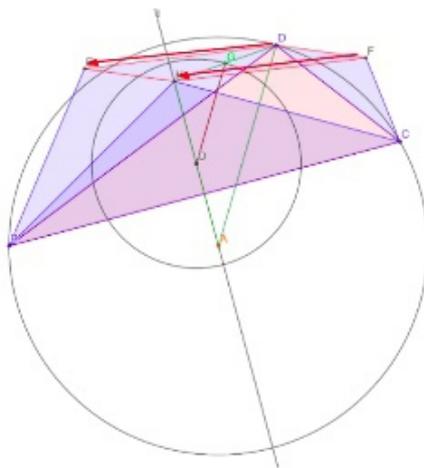


Рис.1

*Теорема 2.* Свойство подобных одинаково ориентированных треугольников

Пусть  $\triangle BED$ ,  $\triangle CFD$  и  $\triangle BHC$  будут подобными и одинаково ориентированными с произвольными углами  $\alpha'$  и  $\beta'$  при основаниях  $BD$ ,  $DC$  и  $BC$  (т. е.  $\angle EBD = \angle FDC = \angle HBC = \alpha'$  и  $\angle EDB = \angle FCD = \angle HCB = \beta'$ ).

При движении точки  $D$  по окружности середина отрезка  $EF$  так же будет двигаться по другой окружности с  $r = 12R$  и центром, находящимся в середине отрезка  $AH$ .

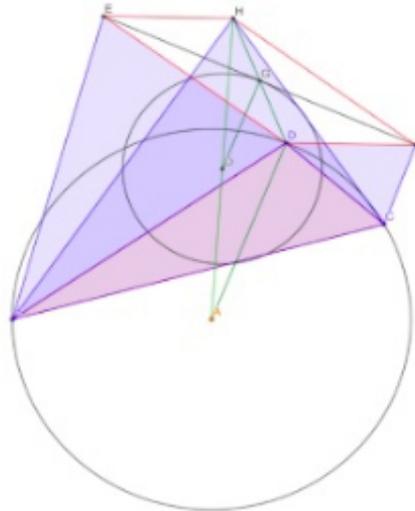


Рис.2

*Теорема 3.* Случай с отрезками

Отложим  $DK = DF$  и  $DL = DE$  на тех же прямых, что и  $DF$  и  $DE$  соответственно в другую сторону от точки  $D$ . Тогда, при движении точки  $D$  по первой окружности середина отрезка  $KL$  также будет двигаться по окружности с  $r = 32R$  и центром, находящимся в точке, симметричной т.  $O$  относительно точки  $A$ .

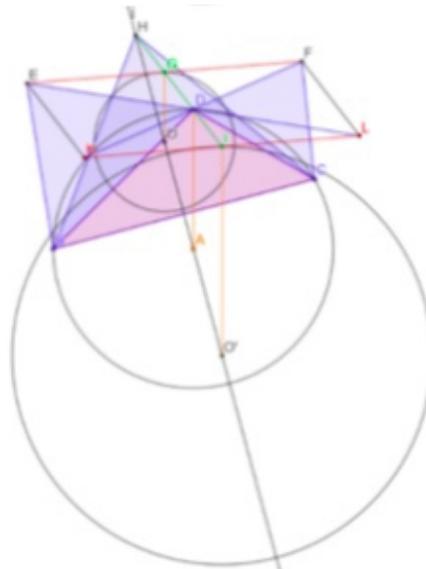


Рис.3

*Теорема 4.* Свойство произвольных треугольников

Пусть  $\triangle BED$  и  $\triangle CFD$  будут иметь абсолютно произвольные углы. Тогда при движении точки  $D$  середина между  $E$  и  $F$  будет двигаться по окружности с центром в точке  $Q$ .

**Частные случаи:**

- 1) При совпадении точки  $D$  с точкой  $C$  получаем  $\triangle BCK$  и точку на окружности  $L$  –середина  $KC$ ;
- 2) При совпадении точки  $D$  с точкой  $B$  получаем  $\triangle BIC$  и точку на окружности  $M$  –середина  $BI$ ;

- 3) При совпадении точки  $D$  с точкой  $Z$ , (где  $BZ$  – диаметр исходной окружности) будут образованы треугольники  $\triangle BNZ$  и  $\triangle ZOC$ , а середина отрезка  $NO$  будет лежать на окружности (точка  $P$ );
- 4)  $MP$  – диаметр новой окружности.

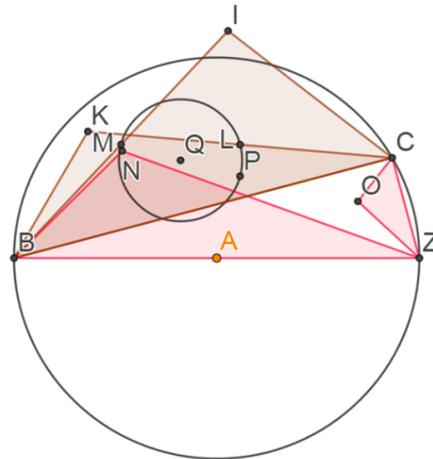


Рис.4

#### Анализ результатов:

В своей работе я исследовал задачи, связанные с задачей Наполеона и серии теорем, связанных с ней. Мною найдено и доказано новое свойство треугольников с общим основанием, вписанных в одну и ту же окружность.

#### Источники информации:

- 1) *В. В. Прасолов*: Задачи по планиметрии часть 2. Учеб. пособие. – 3-е издание, Москва: Наука. Физматлит, 1995. 240 с.
- 2) *Г. Д. Акиндинов*: исследовательская работа «Новые замечательные закономерности в теореме Наполеона» областной конкурс научно-исследовательской и проектной деятельности «Юный исследователь» 2017 год
- 3) *А. С. Смирнов*: исследовательская работа «Обобщение и аналоги теоремы Наполеона» областной конкурс научно-исследовательской и проектной деятельности «Юный исследователь» 2016 год

## Ортологичные треугольники

Автор:	ЛУЦЕНКО Антон Игоревич, ГБОУ г. Москвы «Школа № 2007 ФМШ» 10 класс
Научный руководитель:	ПРОКОПЕНКО Дмитрий Викторович, учитель математики
Научный руководитель:	РУБИН Александр Григорьевич, учитель математики

**Цель работы:** найти новые способы решения задачи.

### Задачи:

- 1) Изучить статью [1].
- 2) Изучить свойство перпендикуляра и его следствия.
- 3) Найти просто решение задачи.

### Описание работы.

Основное содержание работы – решение задачи из статьи [1]. Также в работе содержится:

- 1) Описание используемых фактов
  - ) Свойство и признак перпендикуляра
  - ) Теорема Карно
  - ) Обобщенная теорема Карно
  - ) Теорема Штейнера
  - ) Ортологичные треугольники
- 2) Решение задачи
  - ) Решение пункта а)
  - ) Доказательство утверждения, упомянутого в статье, но не доказанного
  - ) Решение пункта б)

### Актуальность работы.

Геометрия – уникальный инструмент, широко известны геометрические подходы в тригонометрии, при решении уравнений, систем уравнений. Решение задач геометрическим методом позволяет сделать условие более наглядным, а решение очевидным, что в итоге приводит к более быстрому получению ответа.

Существует мнение, что теорема Пифагора используется для решения простых задач. В своей работе мне удалось показать, как следствие теоремы Пифагора, доступное школьнику, решает более сложные задачи.

### Итог работы.

В ходе работы найдено решение без сложных преобразований, доступное ученику средней школы. Доказан факт, который не был доказан в статье.

### Источники информации:

- 1) *Darij Grinberg*, Synthetic proof of Paul Yiu's excircles theorem.— [Ссылка](#)

# Фундаментальная и прикладная физика

## Моделирование свойств деформируемых твердых тел на основе октаэдрической модели

Автор:	ФАДЕЕВ Денис Вадимович, МОУ многопрофильная гимназия №12 г. Твери
Научный руководитель:	АНДРЕЕВА Ольга Николаевна, учитель физики, МОУ гимназия №12, г. Твери
Научный консультант:	ГУЛЬТЯЕВ Вадим Иванович, д.т.н, заведующий кафедрой АДОиФ, Тверской государственный технический университет

**Актуальность исследования.** Математическое моделирование для изучения механического поведения материалов с учетом их реальных свойств сохраняет традиционную актуальность, поскольку решение этой проблемы приводит к количественным зависимостям макроскопических характеристик деформирования, прочности и других параметров от внешнего воздействия на конструкцию [3,5]. Знание этих зависимостей позволяет ответить на вопрос о работоспособности конструкций под действием заданных нагрузок, а также оптимизировать процесс их проектирования.

Однако, пока еще современный уровень развития механики деформируемых сред не позволяет установить в твердых телах единой зависимости между действующими напряжениями и возникающими деформациями. Эта проблема до настоящего времени не нашла своего окончательного решения. Поэтому разработка общих методов расчета напряженно-деформируемого состояния конструкций с различными физико-механическими свойствами при малых и больших деформациях, с учетом статических и динамических нагрузок, является весьма важной и востребованной практикой задачей.

На наш взгляд перспективным путем все же представляется построение моделей, в основу которых положено то общее, что присуще всем рассматриваемым системам, - их корпускулярное строение. При таком подходе наибольшего внимания заслуживает октаэдрическая модель [4], учитывающая пространственное взаимодействие минимального числа частиц. Именно этот путь, и был использован нами для моделирования напряженного состояния твердых тел в условиях их нагружения.

**Цель работы** состоит в развитии октаэдрической модели базирующейся на представлении потенциала пространственного взаимодействия частиц сплошной среды для аналитического и компьютерного моделирования механических процессов в твердых телах.

Для достижения цели решаются следующие **задачи**:

- создание математической октаэдрической модели пространственного взаимодействия шести частиц;
- определение связи между деформационными характеристиками твердых тел с модельными параметрами взаимодействия между частицами;

- проведение вычислительных экспериментов при простой и сложной нагрузке твердых тел на основе созданной октаэдрической модели.

### Содержание работы.

В работе была описана и исследована октаэдрическая модель пространственного взаимодействия шести частиц. Данная модель была получена путем выделения гранецентрированной кубической решетки (рис. 1,а) более мелкой структуры - восьмигранника (октаэдра) с вершинами в центрах граней куба (рис. 1,б).

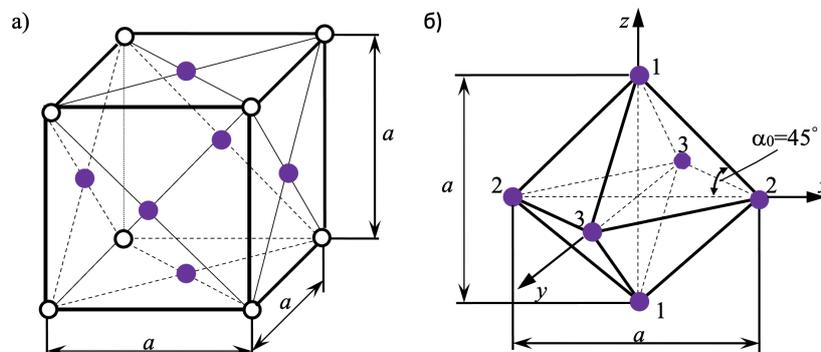


Рис. 1. Виды решеток: а) гранецентрированная кубическая решетка, б) октаэдрическая решетка.

Полученный октаэдр, был нами использован в качестве стержневой модели твердого тела при изучении его физико-механических свойств.

В ненагруженном состоянии октаэдрическая модель представляет собой предварительно напряженную систему (рис. 2), у которой по трем диагоналям 1-1, 2-2 и 3-3 действуют силы притяжения, а на восемь гранях 1-2, 1-3 и 2-3 силы отталкивания и вся система находится в статическом равновесии.

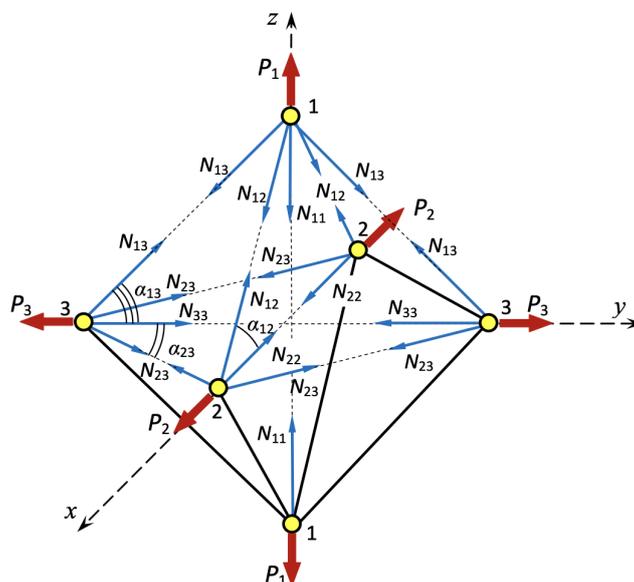


Рис. 2. Стержневая октаэдрическая модель.

Для определения внутренних усилий  $N_{ij}$  в стержнях октаэдрической модели использован потенциал Ми [2,3] в виде

$$N_{ij} = \frac{nm}{m-n} \cdot \frac{D}{a} \left[ \left( \frac{a}{r_{ij}} \right)^{n+1} - \left( \frac{a}{r_{ij}} \right)^{m+1} \right],$$

где  $D$ ,  $a$ ,  $m$ ,  $n$  — подбираемые по результатам макро-эксперимента параметры;  $r_{ij}$  — расстояние между соответствующими узлами октаэдрической модели.

В данной работе использован метод максимального правдоподобия. Суть метода состоит в извлечении информации о межмолекулярных силах из эксперимента, путем расчета измеряемой характеристики с модельным потенциалом, с последующей подгонкой параметров так, чтобы достигалось наилучшее согласие между измеренными и рассчитанными значениями.

Для проведения вычислительного эксперимента была написана программа ОКТАЭДР в среде визуального программирования Delphi 7 на языке *Pascal*, позволяющая использовать потенциал Ми для моделирования НДС в октаэдрической модели. Рабочие окна программы представлены на рис. 3.

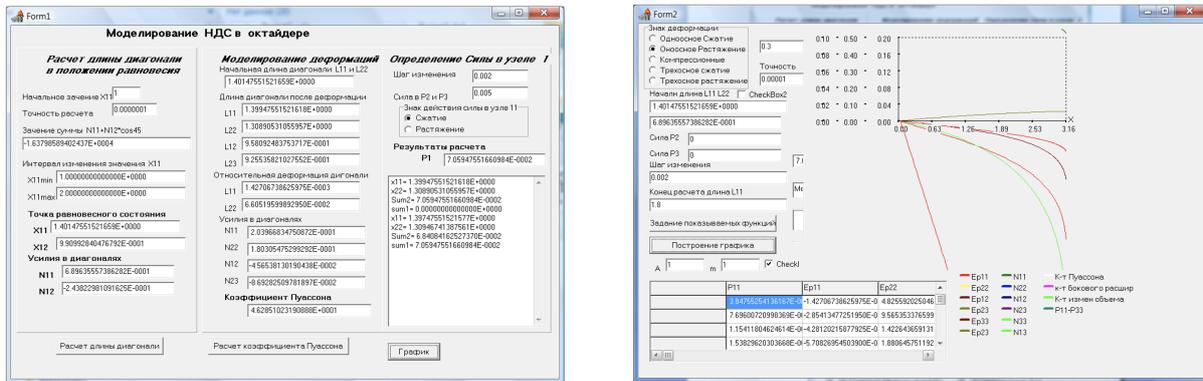


Рис. 3. Окна программы ОКТАЭДР для проведения вычислительных экспериментов с октаэдрической моделью.

В работе было проведено моделирование одноосного растяжения-сжатия октаэдрической модели, которое показало, что поведение октаэдрической модели при этих видах нагрузки соответствует действительному.

Далее в работе на основе октаэдрической модели были произведены численные эксперименты. В качестве моделируемого материала при одноосном растяжении был выбран литейный магниевый сплав МЛ5 [7]. Подгонка данных велась с учетом связи между модельными  $D$ ,  $a$ ,  $n$  и  $m$  и физическими параметрами, определяющими прочностные свойства стали  $\sigma_B$ ,  $\delta$ . Полученная в результате численного эксперимента модельная кривая (рис. 4,б) имеет хорошее согласие с соответствующей экспериментальной диаграммой сжатия для стали МЛ5 (рис.4,а).

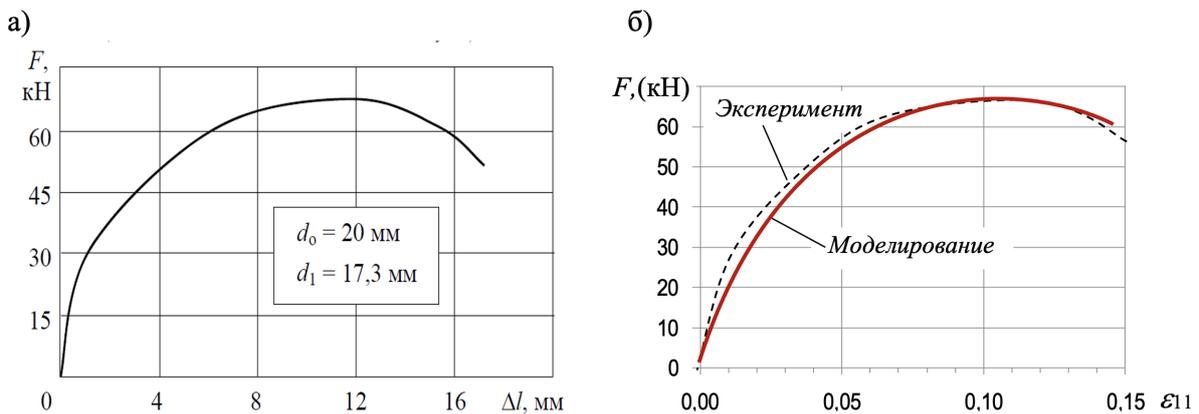


Рис.4. Моделирование одноосного растяжения сплава МЛ5  
а) экспериментальная диаграмма растяжения; б) модельная диаграмма растяжения

Моделирование компрессионных испытаний проводилось на основе экспериментов Л.С. Амаряна [1] на образцах торфа (рис.5). Полученная модельная кривая (рис. 6) имеет хорошее согласие с соответствующей экспериментальной кривой, полученной для верхового торфа ( $R = 30\%$ ).

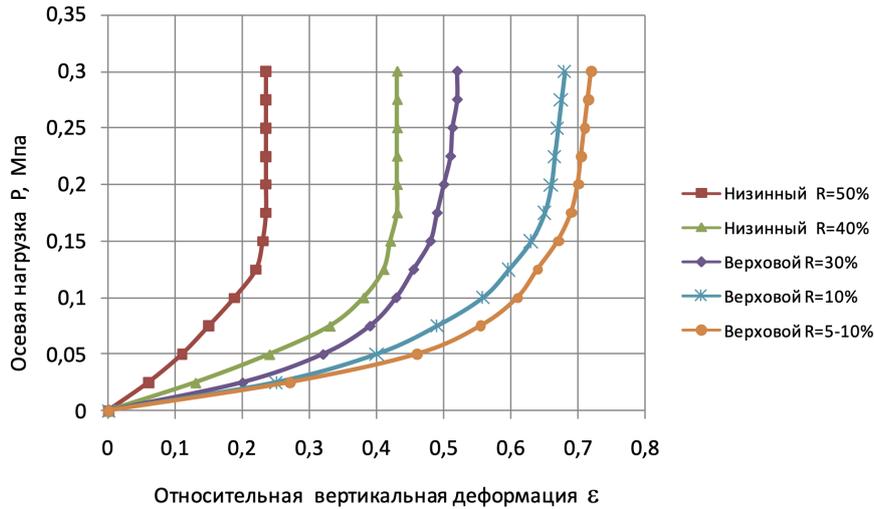


Рис. 5. Компрессионные испытания верховых и низинных торфов (опыты Л.С. Амаряна).

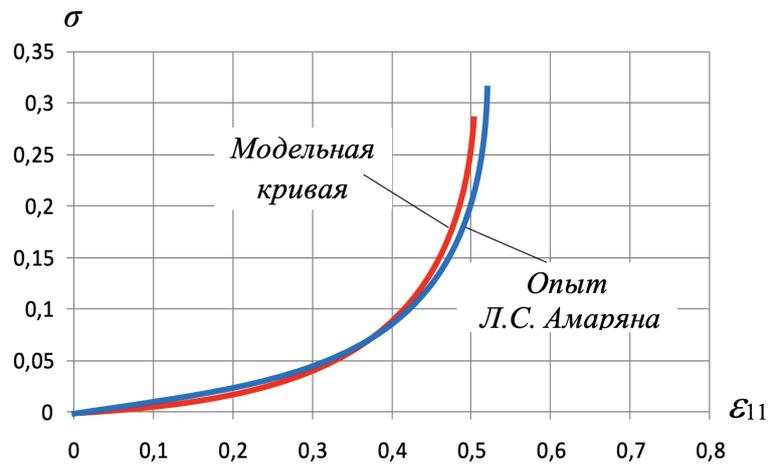


Рис. 6. Моделирование компрессионного сжатия верхового торфа ( $R = 30\%$ ).

В работе на основе октаэдрической модели была проверена теория прочности Мора [6], согласно которой напряженное состояние в точке элементарного объема материала определяется только минимальным напряжением  $\sigma_3$  и максимальным  $\sigma_1$  напряжениями (рис. 7,а). Моделирование показало, что влияние среднего напряжения на изменение предельной нагрузки  $G_1$  не превышает 7% (рис.7, б).

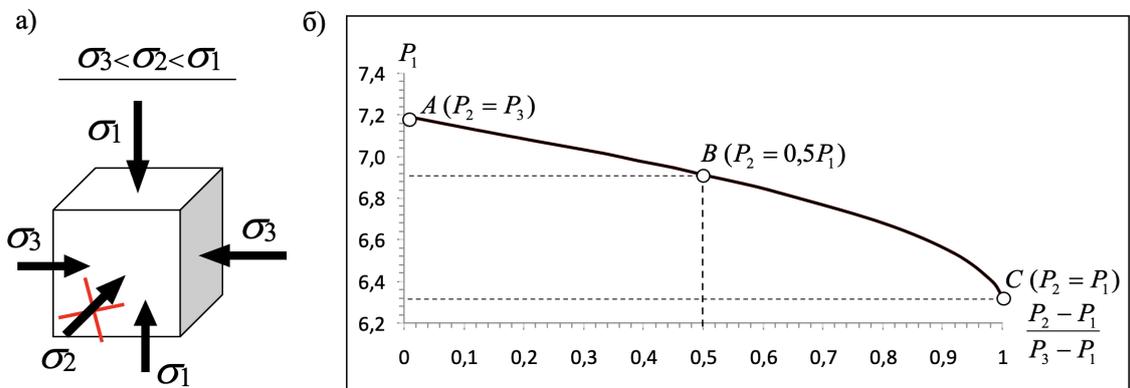


Рис. 7. а) напряженное состояние элементарного объема по теории прочности Мора;  
б) Модельная кривая изменения предельной нагрузки  $P_1$  в зависимости положения нагрузки  $P_2$ .

Научная новизна работы заключается в том, что впервые сделана попытка математического моделирования деформирования сплошной среды на основе октаэдрической модели. Практическая

значимость работы состоит в возможности использования октаэдрической модели при проведении компьютерного эксперимента по деформированию твердых тел при разных способах нагружения.

В проделанной работе получены следующие **результаты**:

- на основании теоретико-экспериментального подхода установлена зависимость между энергетическими параметрами потенциала Ми в предложенной модели и деформационными характеристиками твердых тел;
- компьютерное моделирование растяжения-сжатия октаэдрической модели показало хорошее согласие с результатами опытов при растяжении-сжатии образцов из различных материалов;
- продемонстрирована возможность создания математической модели деформирования реальных материалов на основе октаэдрической модели.

#### **Источники информации:**

- 1) *Амарян Л.С.* Прочность и деформируемость торфяных грунтов. — М., Недра, 1969. — 192 с.
- 2) *Иванова Е.А.* Теоретическая механика. Определение эквивалентных упругих характеристик дискретных систем: учеб. пособие / Е.А. Иванова, А.М. Кривцов, Н.Ф. Морозов, А.Д. Фирсова. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. — 33 с.
- 3) *Кривцов А.М.* Деформирование и разрушение твердых тел с микроструктурой. / А.М. Кривцов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 304с. — Текст: непосредственный.
- 4) *Лотов В.Н.* Физико-механическое моделирование предельных напряженно-деформированных состояний в процессах торфяного производства: диссертация ... доктора технических наук : 05.15.05. — Тверь, 1998. — 414 с.
- 5) *Пшенокова И.А.* Математическое моделирование и визуализация процесса деформирования твердых тел методом динамических частиц : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. — Нальчик: Институт Информатики и проблем регионального управления Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2011. — 17 с.
- 6) *Феодосьев В.И.* Сопротивление материалов: учебник для вузов. /В.И. Феодосьев. — 16-е изд. испр. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 543с.
- 7) Диаграммы растяжения конструкционных материалов (сталей и сплавов). — Текст: электронный // ПроСопромат.ру. Технический портал, посвященный Сопромату и истории его создания. — <https://prosopromat.ru/page/101>. (дата обращения 15.09.2020).

## Разработка и исследование нагревателя на неодимовых магнитах

Автор:	БАБУШКИНА Дарья Александровна, МБОУ «Гимназия №127», Челябинская область, г. Снежинск
Научный руководитель:	КАПРАЛОВ Александр Иванович, учитель физики, канд. пед. наук, зав. физ. лабораторией

**Актуальность** работы заключается в возможности осуществления бесконтактного способа нагрева. Применение бесконтактного способа нагрева позволит производить нагрев объектов, расположенных в труднодоступных местах.

**Цель:** работа посвящена изготовлению и исследованию нагревателя на неодимовых магнитах.

### Задачи:

- 1) Изучить механизм возникновения токов Фуко.
- 2) Изготовить и собрать модель магнитного нагревателя.
- 3) Исследовать эффективность работы магнитного нагревателя от: количества и типа постоянных магнитов; скорости вращения диска нагревателя и расстояния от плоскости вращения диска.
- 4) Предложить способы применения созданного магнитного нагревателя.

### Итоги.

В ходе изучения токов Фуко, исследования работающего на их принципах магнитного нагревателя и на основании проведённых опытов установлено, что

- Вращение диска с постоянными магнитами приводит к возникновению переменного магнитного поля. Это проявляется в нагреве проводника, находящегося над плоскостью вращения диска. В соответствии с законом Фарадея нагрев обусловлен наличием на поверхности проводника вихревых токов, возникающих под действием изменяющегося во времени магнитного поля.
- Эффективность работы магнитного нагревателя напрямую зависит от количества и мощности применяемых в его конструкции постоянных магнитов.
- Чем больше скорость вращения диска с магнитами, тем выше эффективность нагревателя чем больше скорость вращения диска с магнитами, тем выше эффективность нагревателя.
- Нагрев происходит более интенсивно на расстояниях минимально близких к плоскости вращения диска нагревателя, что обусловлено сильным ослаблением магнитного поля с увеличением расстояния.
- Эффективность магнитного нагревателя при нагреве медной пластины выше, чем у бытовой индукционной панели.
- Предложены свои варианты применения.

Работа состоит из введения, 5 глав, выводов и списка литературы. Материал изложен на 23 страницах, включает 14 рисунков и 4 таблицы. Список литературы содержит 4 наименования.



**Источники информации:**

- 1) *С.В. Плетнев* Магнитное поле: свойства, применение: Научное и учебно-методическое справочное пособие. – Спб.:Гуманистика, 2004 г.- 624 с.
- 2) *А.В. Перышкин* Е.М. Гутник. Физика. 9 кл.: учебник для общеобразовательных учреждений– М.: Дрофа, 2008 г. – 300 с.
- 3) История электротехники, Издательство МЭИ, Москва, 1999 г. – 524 с.
- 4) *А.Л. Дорофеев* Вихревые токи – М., «Энергия», 1977 г.-72 с.

## Изучение эффекта Коанда на цилиндрических поверхностях

Автор:

ВАСИЛЬЕВСКИЙ Александр Алексеевич, МБОУ «ФМЛ № 31 г. Челябинска», г. Челябинск

Научный руководитель:

СУХОВА Ольга Радиевна, учитель физики, МБОУ «ФМЛ № 31 г. Челябинска»

**Цель работы:** получение зависимости характеристик цилиндрической водной гелисы от различных параметров.

### Задачи:

- 1) Изучение литературы по вопросам образования коандовских течений.
- 2) Создание экспериментальной установки.
- 3) Экспериментальная проверка зависимости угла оборота и начального шага гелисы (винтовой линии) от материала и диаметра цилиндра, угла наклона сопла, скорости струи.
- 4) Анализ результатов.

**Научная новизна** исследования заключается в выяснении качественной зависимости угла оборота водной гелисы коандовского течения от радиуса цилиндрической поверхности и начального угла потока.

**Практическая значимость** исследования заключается в разработке методики получения устойчивых водных гелис на цилиндрических гидрофобных и гидрофильных поверхностях с радиусом кривизны от 0,35 см до 1,35 см.

**Методы проведения работы.** Для получения результатов использовалась установка (см. рис. 1), которая позволяла создавать равномерный поток, контролировать его скорость, угол наклона струи и измерять угол гелисы, начальный шаг гелисы.

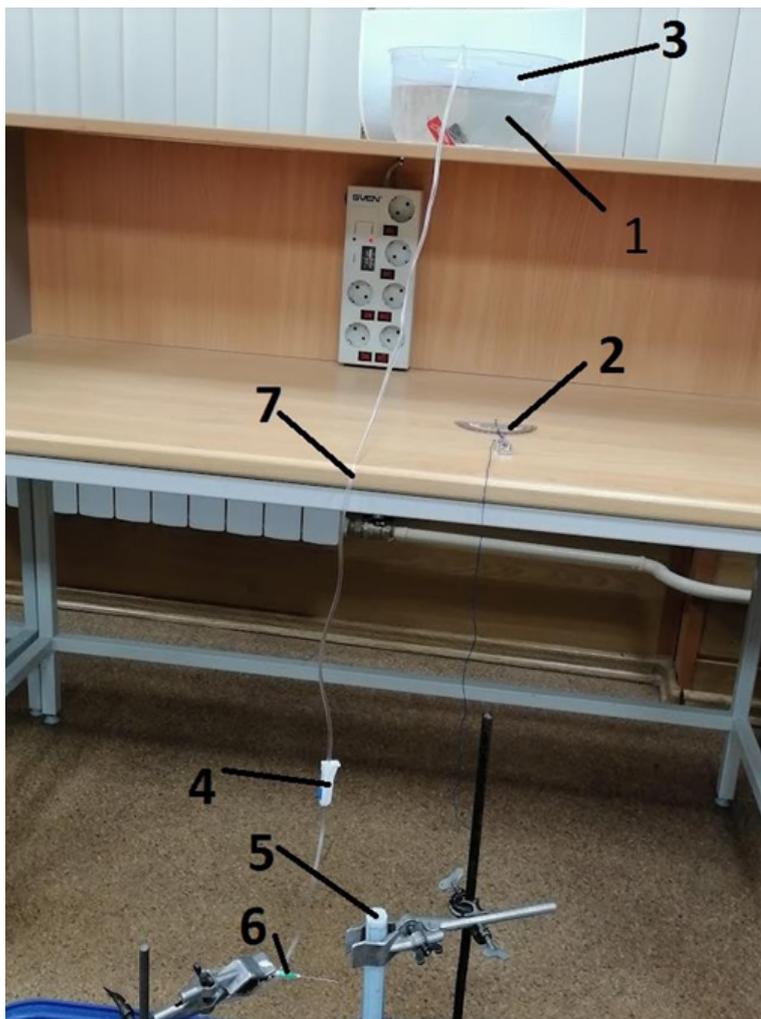
**Эксперимент 1. Зависимость образования гелисы от материала цилиндрической поверхности.** Использовались стеклянный, парафиновый, эбонитовый, пластиковый, покрытый сажей стеклянный цилиндры диаметром 0,8 и 1,5 см. Смачивание меш

**Эксперимент 2. Зависимость характеристик гелисы от угла наклона сопла.** По результатам 200 экспериментов для стеклянного цилиндра диаметром 2 см и скорости струи 2,5 м/с с ростом угла наклона сопла угол оборота гелисы возрастал от 320° до 500°, а потом уменьшался до 300° (см. рис. 2). Начальный шаг же линейно рос в зависимости от тангенса, что согласуется с формулой  $=2(a+b/2)\tan [1]$  (см. рис. 3).

**Эксперимент 3. Зависимость характеристик гелисы от диаметра цилиндра.** По результатам 50 экспериментов для стеклянного цилиндра, скорости потока 2,5 м/с и угла наклона сопла 0° с ростом диаметра начальный шаг увеличивается, угол оборота - уменьшается (см. рис. 4-5).

**Эксперимент 4. Зависимость характеристик гелисы от скорости потока.** По результатам 100 экспериментов для стеклянного цилиндра диаметром 2 см и угла наклона сопла 0° при увеличении скорости потока угол оборота растёт, начальный шаг же сначала уменьшается, после чего растёт (см. рис. 6-7). Достаточно большой статистический разброс результатов для каждой скорости убеждает в необходимости частичной автоматизации установки и в необходимости учёта условий, влияющих на вязкость жидкости.

**Эксперимент 5. Наблюдаемое явление гистерезиса.** Образование водной гелисы обладает свойством гистерезиса. На больших скоростях струя не прилипала к цилиндрической поверхности, однако у уже образованной гелисы удаётся увеличить скорости потока до значений, при которых на сухой цилиндр вода не прилипает.



- |   |   |
|---|---|
| 1 | вода  |
| 2 | транспорт с<br>отвесом  |
| 3 | ёмкость с<br>большой<br>площадью<br>поперечного<br>сечения      |
| 4 | регулятор<br>скорости<br>потока                                 |
| 5 | цилиндр со<br>вставленной<br>внутри<br>миллиметровой<br>бумагой |
| 6 | насадка   |
| 7 | трубка  |

Рис. 1. Установка

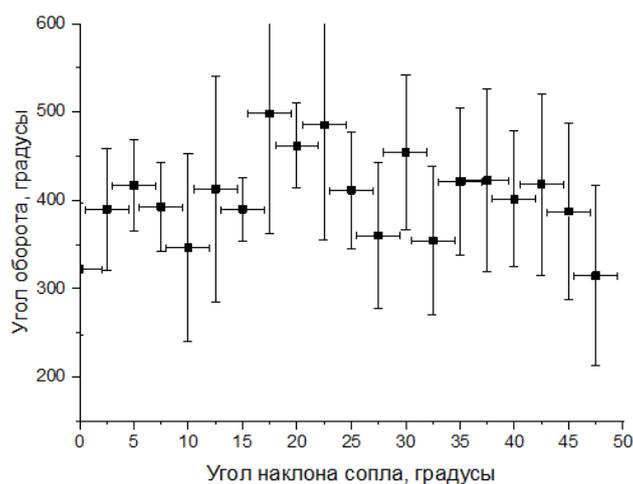


Рис. 2. График зависимости угла оборота гелисы от угла наклона струи

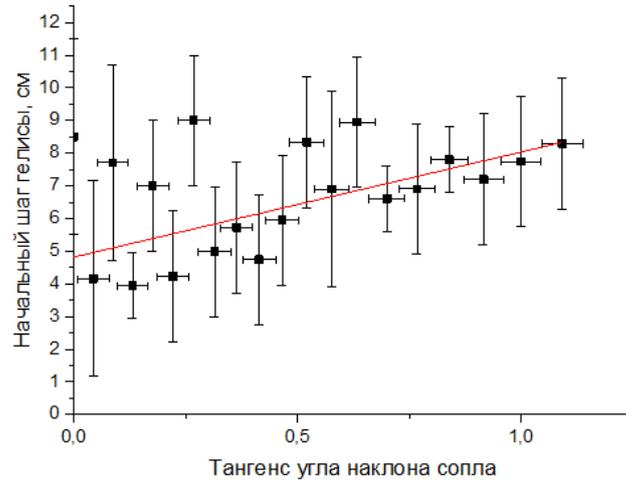


Рис. 3. График зависимости начального шага гелисы от тангенса угла наклона струи

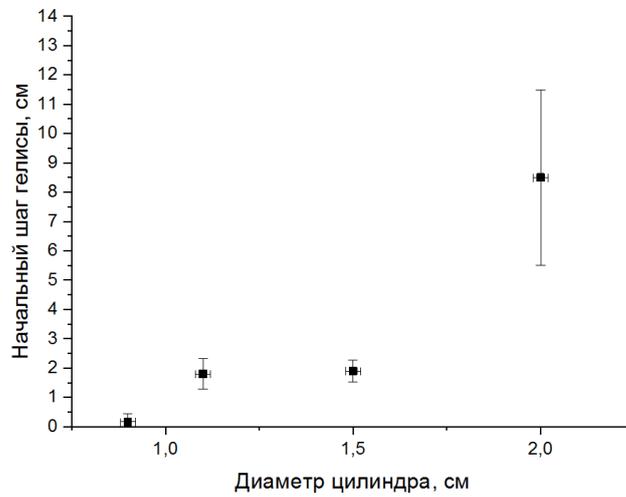


Рис. 4. График зависимости начального шага гелисы от диаметра цилиндра

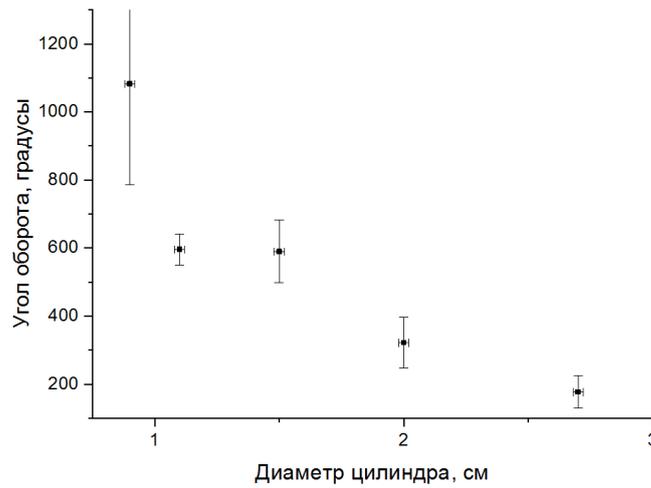


Рис. 5. График зависимости угла оборота гелисы от диаметра цилиндра

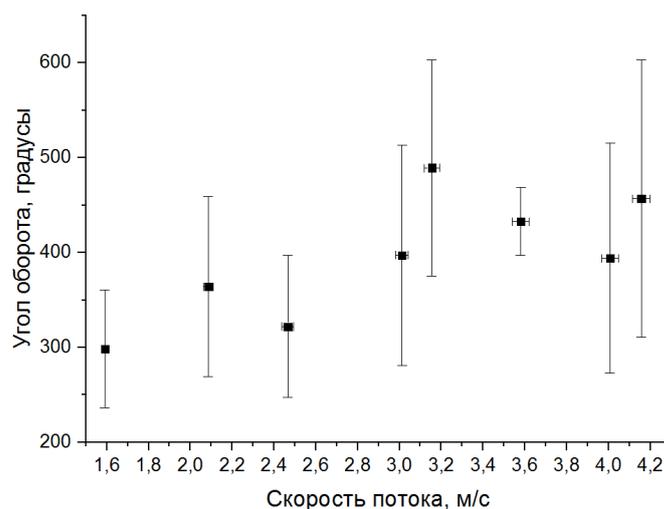


Рис. 6. График зависимости угла оборота гелисы от скорости потока

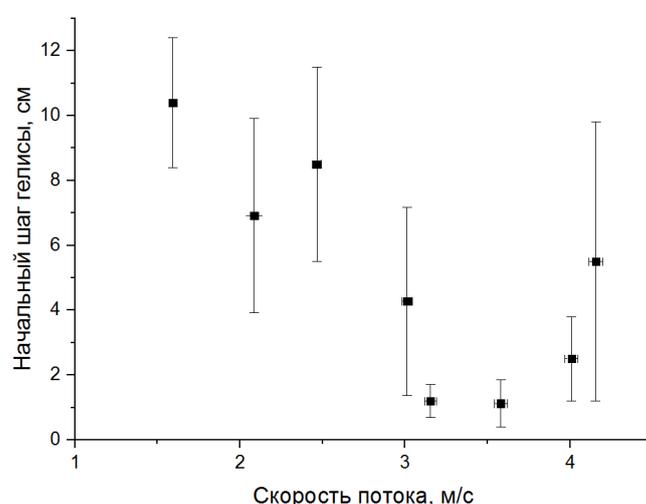


Рис. 4. График зависимости начального шага гелисы от скорости потока

**Актуальность** исследования заключается в понимании эффекта Коанда для реальных вязких жидкостных потоков на цилиндрических поверхностях, что может способствовать улучшению конструктивных особенностей пищевых контейнеров, а также лучшему контролю струй, выходящих из сопел, во многих устройствах, например, в струйных и 3D-принтерах. Существует множество моделей закручивания невязких потоков, но модели реальных вязких жидкостей охватывают лишь часть случаев и носят эмпирический характер, недостаточно изучены [1-2].

**Итоги исследования.** В результате определено, что смачивание мешает устойчивому образованию на цилиндрической поверхности водной гелисы, но играет важную роль в её стабильном существовании. На образование на гидрофильном материале устойчивой гелисы влияют угол наклона и скорость потока, диаметр цилиндрической поверхности, причём существует оптимальный набор совокупности всех трёх параметров.

#### Источники информации:

- 1) *E. Jambon-Puillet, W. Bouwhuis, J. H. Snoeijer, and D. Bonn* Phys. Rev. Lett. 122, 184501 (2019).
- 2) *Семиненко, А. С.* Экспериментальные установки для определения условий реализации коандовских течений / А. С. Семиненко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 3. – С. 52-59.

## Получение активных элементов ультразвукового локатора на основе пьезокерамики ниобата натрия–калия

Автор:

ВАХРУШЕВ Михаил Сергеевич ФГКОУ «Тверское суворовское военное училище Министерства обороны Российской Федерации»

Научный руководитель:

О.В. МАЛЫШКИНА профессор ТвГУ, д.ф.-м.н.

**Актуальность работы:** Современная электро- и радиотехническая приборная база невозможна без пьезокерамических материалов. На Россию приходится всего один процент производства пьезоустройств, поэтому наша страна остро нуждается в производстве данной продукции. При этом наиболее широкое применение в мире находит керамика на основе цирконата-титаната свинца, который может негативно воздействовать на здоровье человека. В настоящее время в Вооруженных Силах РФ идет активный поиск безопасной замены пьезоматериалов на основе цирконата – титаната свинца (ЦТС). Поиск таких материалов является актуальной научно-практической задачей. **Цель работы:** Получение пьезоэлектрической керамики на основе ниобата натрия-калия (KNN) с использованием разных способов синтеза и сравнение их свойств.

### Задачи:

- 1) Получить образцы керамики KNN ( $\text{NaNb}_2\text{O}_6$ ), синтезированной разными способами.
- 2) Провести сравнительные исследования свойств полученных образцов KNN: плотность, температурную зависимость диэлектрической проницаемости, структуру, элементный состав, пироэлектрический эффект.
- 3) По итогам исследований выбрать оптимальный способ синтеза керамики KNN.
- 4) Получить трехкомпонентные образцы ниобата натрия-калий-лития (LKNN) с 10 процентным содержанием ниобата лития.
- 5) Исследовать свойства полученных образцов LKNN.

**Гипотеза работы:** полученные образцы керамики на основе KNN должны быть экологически безопасными и обладать устойчивыми сегнетоэлектрическими свойствами, пригодными для использования в пьезоэлектрических преобразователях.

**Объект работы:** керамика на основе ниобата натрия-калия.

**Предмет работы:** структура и физические свойства образцов керамики на основе ниобата натрия-калия, подтверждающие наличие сегнетоэлектрических свойств.

**Научная новизна:** В настоящее время наиболее широкое применение находит керамика на основе цирконата-титаната свинца (ЦТС). В тоже время в 2003 году Европарламентом был принят закон, ограничивающий использование соединений свинца, кадмия, ртути и ряда других веществ [3]. Поиск материалов способных заменить ЦТС актуальной научно-практической задачей.

**В результате** проведенной работы был синтезирован двумя разными способами материал ниобата натрия-калия и спечены образцы керамики KNN. Исследования физических свойств показали, что плотность и диэлектрические свойства образцов не зависят от способа синтеза. В то же время исследование пироэлектрического отклика образцов, поляризованных в электрическом поле 1 кВ/мм, выявили различие в величине спонтанной поляризации. Оптимальным по итогам проведенных экспериментом признан способ синтеза образцов, показавших большее значение поляризации, поскольку ее величина важна для практического применения. Для получения трехкомпонентных образцов LKNN был выбран материал KNN, синтезированный оптимальным способом.

Исследования структуры показали, что добавление 10%  $\text{LiNbO}_3$  в состав KNN приводит к существенному (на порядок) увеличению размера зерен (см. рис.). Плотность образца LKNN (3,2 г/см<sup>3</sup>) также больше, чем у KNN (2,9 г/см<sup>3</sup>). Добавление 10%  $\text{LiNbO}_3$  смещает температуру Кюри на 50 градусов в сторону высоких температур.

Исследование микротвердости вдавливанием алмазной пирамиды показало, что образец с литием существенно прочнее. Он имеет число микротвердости 660 кг/мм<sup>2</sup>, у чистого KNN число микро-

твердости 350 кг/мм<sup>2</sup>. При этом для керамических материалов также более предпочтительными считаются более твердые образцы, имеющие больший размер зерна.

Таким образом, введение в керамику ниобата калия-натрия 10% ниобата лития значительно улучшает эксплуатационные характеристики керамики на основе KNN.

В перспективе исследования будут проанализированы новые способы получения пьезоэлектрических элементов на основе ниобата натрия калия, позволяющие получить более прочные образцы с лучшим пьезоэлектрическим эффектом.

#### Источники информации:

- 1) Головнин В.А., Каплунов И.А., Педько Б.Б., Малышкина О.В., Мовчинова А.А. Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов // монография. М.: ТЕХНОСФЕРА. 2013. 272 с.
- 2) Резниченко Л. А., Вербенко И. А., Андрияшин К. П. Бессвинцовые сегнетопьезоэлектрические поликристаллические материалы на основе ниобатов щелочных металлов: история, технология, перспективы. // Фазовые переходы, упорядоченные состояния и новые материалы. 2013. С. 30–46.



Рис. 1. Фотографии поверхности полученных элементов

## Определение факторов, влияющих на устойчивый переворот волчка Томсона

Автор:

ВОРОНЦОВА Ольга Александровна, «ФМЛ №31 г. Челябинска», 11 класс

Научный руководитель:

СУХОВА Ольга Радиевна, учитель физики «ФМЛ №31 г. Челябинска»

Волчок Томсона отличается от других вращающихся объектов необычным поведением. При закручивании волчка Томсона его центр масс поднимается вверх (рис. 1). Это положение является устойчивым, несмотря на увеличение потенциальной энергии.

В работах [1, 2, 4] предложены теоретические модели влияния положения центра масс и трения на движение волчка Томсона. При этом детальная экспериментальная проверка данных моделей не проводилась. Также имеется недостаток систематической информации о форме и пропорциях устойчиво переворачивающегося волчка. Решение данных проблем доказывает актуальность работы.

**Целью** стала проверка влияния положения центра масс и трибологических свойств опорной поверхности на устойчивый переворот волчка Томсона.

**Основными задачами** стали: создание переворачивающихся волчков и шарообразных прототипов с помощью технологий 3D-моделирования и аддитивной печати; экспериментальная проверка справедливости теории динамики вращения эксцентрической сферы на поверхности с малым трением; выявление качественной зависимости числа устойчивых и неустойчивых состояний равновесия от коэффициента трения скольжения между волчком и поверхностью.

Современные динамические модели волчка учитывают нелинейные эффекты и объясняют разнообразие режимов движения [1, 2, 3, 4]. Волчок может вращаться по трем основным типам динамического поведения: без опрокидывания (непереворот), с опрокидыванием (переворот) и наклонное (прецессия) (рис. 2). На поверхностях с нулевым трением вращения они могут быть устойчивыми или неустойчивыми в зависимости от массово-инерционных характеристик волчка и величины начальной угловой скорости.

В работах [1, 2] представлена диаграмма (рис. 3), разбивающая всю область возможных массово-инерционных характеристик шарообразного прототипа волчка на три области. Более подробно возможные варианты смены движений представляют в виде бифуркационных диаграмм [1, 2], показанных на рис. 4.

Для экспериментальной проверки справедливости теории динамики вращения эксцентрической сферы на поверхности с малым трением мы создали упрощенную модель волчка: шар с изменяемым центром масс (внутри помещен груз в виде части резьбовой шпильки). Рассчитав инерционные характеристики волчка для девяти различных положений центра масс, установили, каким точкам фазовой диаграммы они соответствуют (точки на рис. 5, цифры рядом с точками – положения груза в мм). Для каждого образца эксперимент был проведен 50 раз, результаты были классифицированы по типам вращения (рис. 5). Наличие определенных типов движения для разных волчков соответствует бифуркационным диаграммам, что подтверждает теоретическую модель работы [1]. Для исследования влияния трения на движение волчка Томсона классической формы мы рассмотрели его поведение на трех поверхностях с разными коэффициентами трения скольжения. С помощью 3D печати создали устойчиво переворачивающийся волчок Томсона. Измерили коэффициент трения скольжения материала волчка по поверхности опоры (метод предельного угла наклона плоскости) (таблица 1). Запускали модель волчка Томсона по 100 раз на каждом материале опоры. Результаты были классифицированы по трем типам вращения: «+», «X», «~» (рис. 6).

На стекле и мебельном пластике доли устойчивых движений («+», «X») почти совпадают, несмотря на рост коэффициента трения (рис.6, таблица 1). Согласно модели описания динамики китайского волчка, для поверхностей с пренебрежимым моментом трения вращения оказывается неважным знание явного выражения силы трения скольжения [2]. Это означает, что если момент трения вращения для волчка на стекле и мебельном пластике пренебрежимо мал, то доли устойчивых состояний должны быть одинаковыми независимо от коэффициента трения скольжения. Что и наблюдаем в эксперименте.

Доля устойчивых состояний на коже примерно вдвое меньше, чем на стекле и пластике. Уменьшение доли устойчивых состояний свидетельствует о пренебрежимом моменте трения вращения,

который разрушает стационарные движения [6]. Глубина проникновения шарообразного волчка в упругое полупространство искусственной кожи больше в сравнении со стеклом и пластиком, следовательно радиус пятна контакта больше. С увеличением радиуса пятна контакта волчка увеличивается момент трения верчения.

**В результате работы** экспериментом вращения шарообразного прототипа волчка с переменным центром масс на стекле проверена справедливость теоретической модели из работы [1]. Экспериментально показано, что наиболее часто переворачивающиеся модели волчка соответствуют области II фазовой диаграммы.

Доля случаев устойчивых состояний волчка Томсона не зависит от коэффициента трения скольжения на поверхностях с пренебрежимым моментом трения верчения, поэтому на таких поверхностях вероятность появления движения определенного типа зависит лишь от массово-инерционных характеристик волчка. Увеличение радиуса пятна контакта волчка приводит к увеличению момента трения верчения, разрушающего стационарные движения. С ростом коэффициента трения скольжения увеличивается доля неустойчивых состояний.

### Источники информации:

- 1) Чоччи, М. К. К созданию прототипа сферического китайского волчка / М. К. Чоччи, Б. Маленжэе, Б. Ланжерок, Б. Гримонпре, под ред. Э. М. Эпштейна // Нелинейная динамика. – 2012. – Т. 8. – №2. – С.391-425
- 2) Карапетян, А. В. Глобальный качественный анализ динамики китайского волчка (тип-топ) / А. В. Карапетян // Механика твердого тела. – 2008. – №3.
- 3) Зобова, А. А. Нестационарные движения двусферического китайского волчка / А. А. Зобова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – №4. – С.143-144.
- 4) Косенко, И. И. Реализация модели Контенсу–Эрисмана касательных сил в контактной задаче Герца / И. И. Косенко, Е. Б. Александров // Нелинейная динам. – 2009. – Т. 5. – №4. – С. 499–517
- 5) Герц Г. Р. Принципы механики, изложенные в новой связи. — М.: Изд. АН СССР, 1959.
- 6) Карапетян, А. В. Качественный анализ динамики диссипативных механических систем с симметрией / А. В. Карапетян // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – №4. – С.2227-2228.

### Приложение



Рис. 1. Поведение волчка Томсона после закручивания

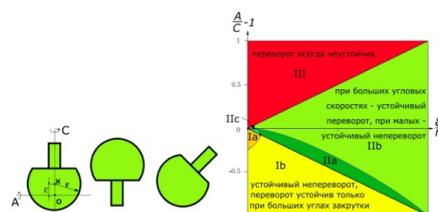


Рис. 2, 3. Основные типы динамического поведения волчка и фазовая диаграмма с пояснением параметров волчка, где  $A$  – момент инерции волчка относительно горизонтальной оси,  $C$  – момент инерции относительно вертикальной оси,  $r$  – радиус волчка,  $\epsilon$  – расстояние от центра масс  $O$  до геометрического центра  $K$ .

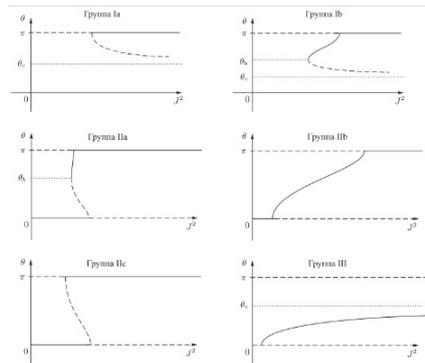


Рис. 4. Бифуркационные диаграммы для предсказания поведения волчка после закручивания, где Ох:  $J^2$  – энергетическая характеристика, пропорциональная угловой скорости, Оу:  $\theta$  – угол прецессии волчка. Сплошные линии – устойчивые равновесия, штриховые линии – неустойчивые равновесия.

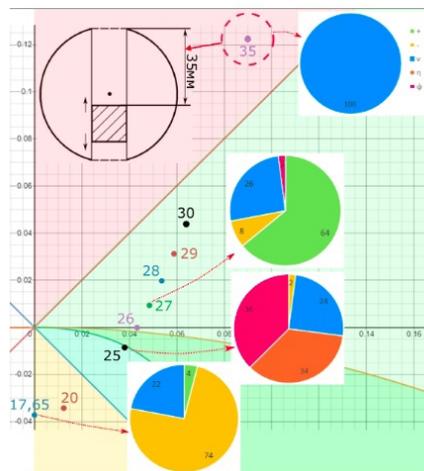


Рис. 5. Соответствие волчка с разным положением центра масс точкам фазовой диаграммы, доли основных типов вращения волчка

«+» — устойчивый «переворот»; «-» — устойчивый «непереворот»; «v» — устойчивая прецессия; «η» — неустойчивая прецессия без переворота; «ψ» — переход от устойчивого непереворота к устойчивому перевороту.

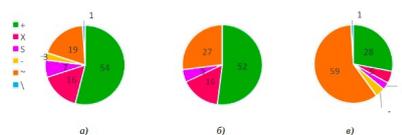


Рис. 6. Доли типов движения для а) стекла, б) мебельного пластика, в) искусственной кожи.

«+» — устойчивый «переворот»; «-» — устойчивый «непереворот»; «v» — устойчивая прецессия; «η» — неустойчивая прецессия без переворота; «X» — переход от устойчивого непереворота к устойчивому перевороту; «S» — неудачная попытка перехода от устойчивого непереворота к устойчивому перевороту.

Стекло:	$\mu c = 0,16 \pm 0,01;$
Мебельный пластик:	$\mu п = 0,27 \pm 0,01;$
Искусственная кожа:	$\mu к = 0,47 \pm 0,02;$

Таблица 1. Экспериментально полученные значения коэффициента трения скольжения модельного пластика волчка о различные поверхности

## Магнитный тормоз

Автор:

ГЕНОВ Виталий Викторович МБОУ «СОШ №2» г. Тарко-Сале Пуровского района, 10 класс

Научный руководитель:

РЕКИНА Юлия Владимировна учитель физики первой квалификационной категории МБОУ «СОШ №2» г. Тарко-Сале Пуровского района

**Цель работы:** Изучить феномен электромагнитного торможения в неферромагнитной металлической трубке и область его применения.

**Задачи:**

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Изучить явление электромагнитной индукции лежащей в основе работы магнитного тормоза.
- 3) Выяснить вид движения магнита в трубке.
- 4) Выявить факторы, влияющие на значение скорости магнита.

**Научная новизна.** В данной работе исследуется движение магнитов в неферромагнитной трубке. Для регистрации импульсов вихревых токов на трубке на равных расстояниях были закреплены три многovitковых обмоток, которые соединялись параллельно и подключались к программе на компьютере под названием Logger Pro через дифференцируемый датчик напряжения. При свободном падении магнита в трубке на дисплее компьютера наблюдались и регистрировались импульсы индуцированной ЭДС. Выполненные исследования позволили установить следующие закономерности: зависимость скорости падения магнитов и зависимости максимального напряжения в импульсе от числа магнитов в группе и др. Результаты экспериментов представлены в виде графиков.

**Практическая значимость.** Данное исследование может быть полезно и интересно для учащихся школ, которые увлекаются физикой. Учитель может использовать эту работу для проведения лабораторного практикума в классах физико-математического профиля.

**Описание работы.** Основное содержание работы – изучения явления вихревого торможения, позволяющее добиться бесшумного торможения, без использования трения. Это позволит увеличить время износа и эффективность тормозных систем для железнодорожного и автомобильного транспорта. Работа проводилась в условиях школьной лаборатории:

- проведены экспериментальные исследования на основе получившихся установок.
- на основе обработанных результатов были сформулированы выводы о характере движения магнита.

При движении магнита в неферромагнитной трубке возникает динамическое электрическое поле и вследствие этого появляются электрические токи (токи Фуко). Взаимодействие этих токов с магнитным полем и тормозит магнитный диполь.

Для изучения движения магнита в неферромагнитной трубке был проведен ряд экспериментов. В ходе первого эксперимента было решено зафиксировать период происходящих колебаний ЭДС в катушках и на основании этого делать выводы о характере движения магнита. Для проведения эксперимента собрали установку (Рис.1) состоящую из: алюминиевой и трубы диаметром 0,025 метров и длиной 0,4 метра, закрепленной на штативе, и трех катушек из медной проволоки, по 100 витков каждая. Катушки закрепили вдоль алюминиевой трубы на равном расстоянии друг от друга и последовательно подключили проводами к датчику напряжения, который подключен к ПК, откуда, через программу Logger Pro, будут считываться данные. Было проведено три запуска.



Рис.1 Установка 1

По полученным данным (Рис. 2), было выявлено, что всплески ЭДС периодичны на всём участке графика. Это свидетельствует о том, что магнит преодолевает равные по длине участки трубы за одинаковые промежутки времени значит, что движение вдоль всей трубы равномерное, а значит есть некая сила, которая противодействует движению магнита с таким же значением силы, что и сила тяжести магнита.

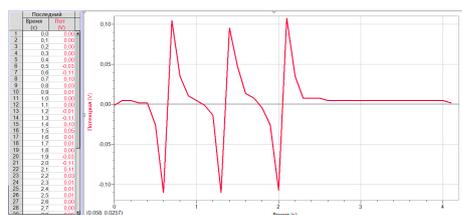


Рис.1 На графике изображены три всплеска ЭДС возникающие, когда магнит пролетает через очередную катушку. Т.к. эти всплески находятся на равном расстоянии друг от друга можно судить о том, что магнит падает с постоянной скоростью.

Так как стоял вопрос о магнитном торможении посредством того же эффекта, была собрана установка маятника (Рис. 3). На оси датчика вращательного движения был закреплен металлический стержень, на конце которого был подвешен магнит. Далее, приведем маятник в колебательное движение, он качается почти без затухания. Подставим алюминиевую пластину на маленькое расстояние под магнит, снова приведем маятник в колебательное движение, его колебания быстро затухают, из-за токов Фуко, образовавшихся в алюминиевой пластине (Рис. 4). Это свидетельствует нам, что движение, совершаемое в нашем случае маятником, будет постепенно затухать, где и происходит магнитное торможение.

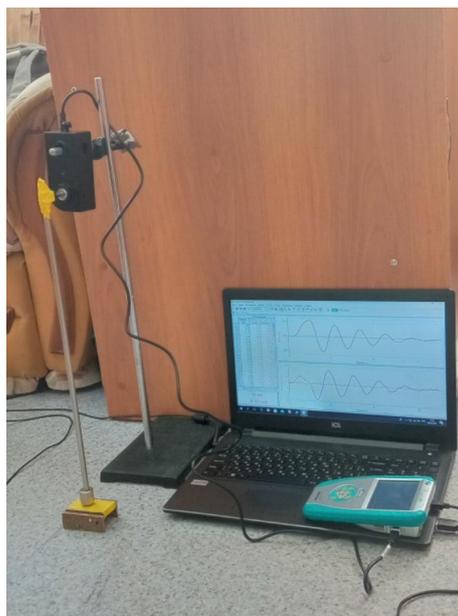


Рис.3 Установка 2

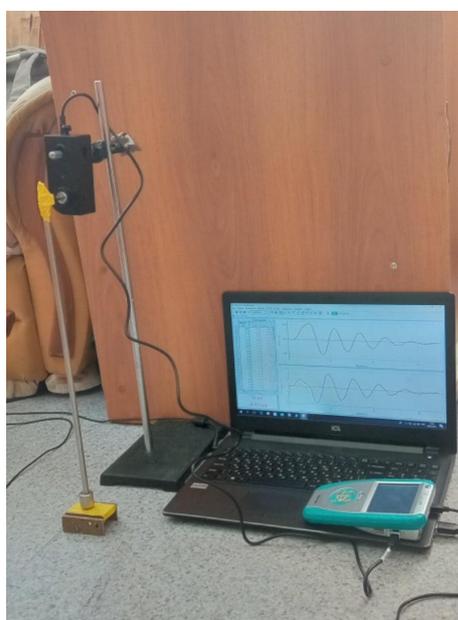


Рис.4 График колебаний

Далее исследовали зависимость скорости движения магнита в неферромагнитной трубе от массы магнита. В данной работе мы рассматривали лишь последовательное соединение магнитов. При последовательном соединении скорость магнитов зависит от массы. Это можно объяснить тем, что при таком соединении магнитная индукция поля магнита остается прежней. Момент, когда магнитная сила начинает уравновешивать силу тяжести, наступает при большем значении скорости. Для того чтобы скорость движения была меньше, необходимо увеличивать индукцию магнитного поля, не увеличивая массу магнита.

В завершении было предложено рассмотреть, как поведет себя магнит, если в трубе имеется продольный разрез. В ходе эксперимента заметили, что скорость магнита постепенно увеличивается, объясняется это тем, что площадь образования токов Фуко с каждым разом уменьшается, а значит и образованное противодействующее магнитное поле тоже уменьшается.

**Итоги исследования.** В данной работе было изучено явление магнитного торможения, исследован характер образования противодействующей движению силы. Значимость работы состоит в том, что, добиваясь уменьшения скорости, можно уменьшить её до нуля, что будет полезно для машин на магнитной подушке и тормозной системы сверхбыстрых поездов. Данное исследование может быть полезно и интересно для учащихся школ, которые увлекаются физикой. Учитель может использовать эту работу для проведения лабораторного практикума в классах физико-математического

профиля.

**Источники информации:**

- 1) <https://www.comsol.ru/blogs/how-eddy-current-braking-technology-is-freeing-us-from-friction/>
- 2) <https://smolgelios.ru/montazh/vihrevye-toki-fuko.html>
- 3) <http://electricalschool.info/main/osnovy/532-vihrevye-toki.html>
- 4) <https://zaochnik.com/spravochnik/fizika/magnitnoe-pole/toki-fuko/>
- 5) *Савельев И. В* Курс общей физики, том 2. Электричество. 1970. – 200 с.
- 6) [https://ru.wikipedia.org/wiki/\\_\\_\\_\\_](https://ru.wikipedia.org/wiki/____)
- 7) *Сивухин Д. В.*: Общий курс физики, том 3. Электричество. – 264 с.
- 8) <https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KRAVCHEKONS/rabota/IK/Fizika22/Tab1/tema6>

## Исследование метода акустического резонанса для контроля прочности объектов

Автор:	ГОЛЕНСКИХ Никита Алексеевич МБОУ СОШ№38 г. Воронеж Воронежской области, 10 класс физико-математического профиля
Научный руководитель:	БАРСУКОВА А.И. учитель физики ВКК
Научный руководитель:	Янов Г.В. учитель физики ВКК, кандидат педагогических наук доцент

**Цель работы** Исследование метода акустического резонанса для контроля прочности объектов.

### Задачи:

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Изучить процесс и выявить особенности образования акустических резонансов в твердых телах.
- 3) На основании результатов экспериментов сделать вывод об эффективности выбранного метода и оборудования, и по возможности улучшить.
- 4) Определить, есть ли среди исследуемых объектов такие, что требуют немедленного профессионального исследования.

### Методика измерения

В работах [2], [3] авторы также использовали явление акустического резонанса, однако в них исследовалось только ограниченное количество объектов, в данном случае свай. Поэтому предлагаемая работа расширяет и дополняет этот метод. Мы поставили себе задачу, исследовать метод акустического резонанса и его применение для разных объектов. Для решения этой задачи, изначально мы применяли следующую методику: записывали с помощью акустического микрофона, закрепленного в определенной точке объекта, звуковые колебания, затем обрабатывали полученные данные с помощью различных математических методов. Применение различных методов позволило найти оптимальные способы обработки в разных условиях. Результаты измерений позволили определить оптимальные условия измерений, оптимальные методы обработки. В начале измерений использовались:

- 1) Компьютер (ноутбук, для записи сигналов, поступающих с датчика).
- 2) Датчик звуковых колебаний. (использовался микрофон фирмы Microsoft).
- 3) RightMark Audio Analyzer 6.2.3 (программа, позволяющая вычислять спектр сигнала).
- 4) Audacity beta версия 1.3 (программа, позволяющая записывать звук в файл, в режиме реального времени).
- 5) Источник. Для возбуждения колебаний в объекте использовалось ударное воздействие (в данном случае молоток).

### Актуальность

В последнее время мы много читаем и слышим о катастрофах техногенного характера. Многие из них происходят из-за акустического резонанса. Например, такие как Волгоградский мост, Трансвааль парк. [1] В статьях [4] рассматривается возможность аналитического решения задачи акустического резонанса в твердых телах. Однако, так как эта задача для тел сложной формы является трудноразрешимой, то мы уделили больше внимания экспериментам и обработке результатов измерений с помощью компьютерных программ. Предполагается, что с помощью этого метода можно будет своевременно обнаруживать дефекты в объектах.

### Итоги исследования:

- 1) Увеличение длительности записи сигнала улучшает информативность спектра в условиях помех.
- 2) Для эффективной диагностики объекта можно использовать «Метод наложения спектров».

- 3) Дополнение к описанному выше «методу наложения спектров». Спектры для этого метода обязательно снимать одним и тем же микрофоном. Так как микрофоны имеют разные параметры, влияющие на спектр.
- 4) Возможно измерение резонансных частот без дополнительного источника. (Если присутствует какой-либо другой).
- 5) Располагать датчики и источник лучше в месте, где отсутствуют мягкие покрытия.
- 6) При измерении блока моста видны резонансы, вызванные отражением от его граней. В случае появления трещины или другого дефекта, это привело бы к отражению от него звуковых сигналов и изменению его резонансных частот. Таким образом, мы можем проконтролировать отдельный блок.
- 7) Если спектры существенно не различаются, то с объектом серьезных изменений не произошло.

Таким образом, с помощью предложенного нами метода можно будет своевременно обнаруживать дефекты в объектах. Например, в мостах, зданиях и других конструкциях.

#### **Источники информации:**

- 1) *Н. Остроухов* Почему рухнул «Трансвааль парк»? Журнал «Наука и жизнь» №9 2006 год.
- 2) *Д. Л. Нерадовский* Разработка методики и средств контроля состояния вибрационной устойчивости оснований лесопильного оборудования. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.
- 3) *В.В. Капустин* Применение сейсмических и акустических технологий при исследовании состояния подземных строительных конструкций. М: Просвещение, 1990 г.
- 4) *Красильников В.А. Круглов В.В.* Введение в физическую акустику. М: Просвещение, 1995 г.
- 5) *Сергиенко А.Б.* Цифровая обработка сигналов. М: Просвещение, 2001 г.

## Динамика взаимодействия шарообразных магнитов

Автор:

ГОРИНА Вероника Олеговна ученица 11 класса МАОУ «Школа №55»

Научный руководитель:

КУЗНЕЦОВ Олег Юрьевич учитель физики МАОУ «Школа №55»

Постоянные магниты – тела, способные сохранять намагниченность в течение длительного времени после устранения внешнего намагничивающего поля. Сложная динамика взаимодействия магнитов вызывает большой интерес. В данной работе осуществлена попытка определить, как зависит от расстояния между магнитами их сила притяжения, есть ли некий универсальный закон по типу «обратных квадратов», как в законе Кулона или законе гравитации. Но поскольку слишком много факторов, от которых может зависеть магнитное поле и соответственно сила притяжения (форма, размеры, материал), поэтому в этой работе решено было рассмотреть взаимодействие шарообразных неодимовых магнитов.

**Цель и задачи исследования:** изучить движение как двух одинаковых по размеру постоянных шаров – магнитов, так и разных по размеру при их взаимодействии – притяжении в динамике с использованием видеозаписи с кадровой расшивкой:

- 1) снять зависимость координаты от времени одного шара – магнита относительно другого.
- 2) построить зависимости скорости этого шара – магнита от времени и ускорения от времени с дальнейшим сравнением с теоретической моделью, уравнением движения 2 закона Ньютона.

В связи с этой целью были поставлены и осуществлены следующие задачи:

- 1) Построение графика силы притяжения между магнитами от расстояния между их центрами (для этого в экспериментах использовались шары – магниты разного размера).
- 2) Видеосъёмка движения одного шара – магнита по столу в поле притяжения другого такого же шара – магнита, а также движения по наклонной плоскости навстречу неподвижному в основание шару – магниту, движение встречных шаров – магнитов, висящих на нитях, падение одного шара – магнита на другой как сверху вниз, так и снизу вверх.
- 3) Обработка видеофайлов движения с помощью программы Free Video to JPG Converter, разбивающий весь видеофайл на кадры с известными временными промежутками между ними.
- 4) Построение графиков временных зависимостей скорости и ускорения шара в магнитном поле другого шара.
- 5) Построение математической модели динамики взаимодействия двух шаров – магнитов и сравнение полученных экспериментальных данных с теоретической моделью.

**Актуальность исследования** состоит в том, что в современной науке и технике широко используются постоянные магниты, и поэтому так важны сведения об их взаимодействии в силу того, что сила притяжения между магнитами зависит от многих факторов, в том числе и от формы магнитов, от размеров, от расстояния между ними.

Первоначально было произведено измерение силы притяжения между шарами в зависимости от расстояния между центрами шаров, причем использовались шары разного размера (шары диаметром 2,2 см, шары 0,4 мм). Сила притяжения измерялась по дополнительному вертикальному удлинению пружины известной жёсткости и также при помощи пружинного динамометра, когда один шар-магнит был прикреплен к пружине или к динамометру, а другой подносился снизу. По графикам этих зависимостей определялся приблизительно закон убывания силы притяжения от расстояния между телами-магнитами шарообразной формы. Оказалось, что универсального закона, такого как, например, закон «обратных квадратов» в гравитации или в законе Кулона в данном случае нет. С точностью порядка 5% оказалось, что сила притяжения обратно пропорциональна расстоянию в степени  $n = 3,7 - 4,5$ . Причём число  $n$  может быть различным для разных магнитов. Это не противоречит известным в научной литературе данным (теоретически рассматривалось взаимодействие магнитных диполей, экспериментально снимались зависимости силы притяжения от расстояния между магнитами).

Падение малого шара – магнита (массой 0,5г, диаметром 0,4см) на большой шар – магнит сверху вниз.

Далее исследовалось движение одного большого шара – магнита при его падении сверху вниз на второй такой же шар (диаметром 2,2см, массой 36г).

### **Выводы**

В предлагаемом исследовании изучено взаимодействие двух шарообразных магнитов разного размера в различных условиях. Спроведена серия экспериментов по видеосъёмке движения одного шара – магнита по столу в поле притяжения другого такого же шара – магнита, а также движения по наклонной плоскости навстречу неподвижному в основание шару – магниту, падение одного шара – магнита на другой как сверху вниз, так и снизу вверх. Построены графики зависимостей координаты и скорости от времени движущегося шара – магнита при взаимодействии с другим неподвижным шаром – магнитом (в системе отсчета второго шара - магнита). Построена математическая модель динамики взаимодействия двух шаров – магнитов при вертикальном движении («падение» снизу вверх и сверху вниз) и получено удовлетворительное сравнение полученных экспериментальных данных с теоретической моделью.

### **Источники информации:**

- 1) *Плетнев С.В.* Магнитное поле: свойства, применение. С-Пб, «Гуманистика», 2004.
- 2) *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. М: Физматлит, 2006.
- 3) *Пятин Ю.М.* Постоянные магниты. Справочник. М. «Энергия», 1980.
- 4) *Арнольд Р.Р.* Расчет и проектирование магнитных систем с постоянными магнитами. М. «Энергия», 1969.
- 5) *Слободянюк А.И.* Физика 10/13.
- 6) <https://nsportal.ru>

## Изучение впитываемости бумаги

Автор:

ГУБИН Михаил

Руководитель проекта:

АМАНОВА Ляля Мугалимовна учитель физики, много-  
профильного лицея №148, Челябинск

**Описание проекта.** Я решил сравнить бумагу нескольких марок и выяснить, какая из них лучше подходит для рисования акварельными красками.

В связи с вышесказанным, данная тема является **актуальной**.

Для проведения испытаний были выбраны наиболее бюджетные по стоимости марки бумаги, которые используют массово в детских садах и школах на занятиях рисования. Были проведены испытания нескольких марок бумаги с применением метода Кобба. Результаты испытаний приведены в таблицах, проведен анализ впитываемости образцов различных марок бумаги.

**Цель проекта.** Проанализировать впитываемость бумаги для рисования различных марок и выяснить какой из образцов наилучшим образом подходит для рисования акварельными красками.

**Задачи проекта.** было интересно подробнее узнать природу радуги.

**Задачи проекта:**

- 1) Составить обзор литературы по теме исследования.
- 2) Изучить методы определения впитываемости бумаги.
- 3) Опытным путём выяснить впитываемость нескольких образцов бумаги разных марок.
- 4) Сделать выводы.

**Объект.** Бумага для рисования различных марок.

**Методы реализации.**

- 1) Анализ информации.
- 2) Эксперимент.
- 3) Математические методы

**Целевая аудитория проекта.** Учащиеся, учителя рисования, воспитатели детских садов.

**Выводы**

После изучения свойств бумаги, проведения ряда испытаний и анализа полученных результатов можно рекомендовать марки бумаги с плотностью 200 г/м<sup>2</sup> из представленных в моей работе, как наиболее качественные для рисования акварелью на занятиях в школе, детских садах и начинающим художникам.

## Расчет долины деления тяжелых ядер в модели жидкой капли (на примере ядра $U^{236}$ )

<b>Автор:</b>	ГУРЬЯН Илья Леонидович, учащийся БОУ г. Омска «Лицей №92», 11Б класс (г. Омск)
<b>Научный руководитель:</b>	Е. Н. ПОЧАТКОВА, преподаватель физики
<b>Научный руководитель:</b>	Т.Н. НЕЧАЕВА, преподаватель информатики БОУ г. Омска «Лицей №92» (г. Омск)
<b>Научный консультант:</b>	Г.И. КОСЕНКО, д.ф-м.н., профессор кафедры физико-математических дисциплин, филиал Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва (г. Омск)

**Целью** исследования являлось изучение математических методов анализа поведения потенциальной энергии тяжелых ядер при их деформации. На 1-м этапе было необходимо воспроизвести результаты моделирования кулоновской энергии ядра в модели жидкой капли (МЖК), полученных в [5]. Задача 2-го этапа – расчет потенциальной энергии  $V$  деформации ядра  $U^{236}$  и сравнение с результатами, полученными в [2]. 3-ий этап исследования заключался в расчете долины деления ядра атома  $U^{236}$  и трактовке ее формы через изменение формы ядра.

**Актуальность** работы заключается в подтверждении возможности применения коллективных методов параметризации формы ядра и оптимизации алгоритмов расчета важнейшей коллективной характеристики ядра – его потенциала деформации. Учебная значимость задачи заключается в приобретении навыков работы с научными источниками, в том числе англоязычными, понимании физической модели деления тяжелых атомных ядер, применении методов численного интегрирования и программирования физических задач на языке C++. Данный проект заинтересовал меня возможностью изучить основы ядерной физики, применить свои знания по программированию на практике. Кроме того, побывав в Омском государственном университете, я узнал об омских ученых, занимающихся проблемами физики атомного ядра, и познакомился с Г.И. Косенко. Меня заинтересовала тема ядерных исследований, а данный проект – отличная возможность продемонстрировать себя перед экспертами в данной области. Владею английским языком на уровне Upper-Intermediate II, что позволило мне изучать и англоязычные источники по данной тематике. В проекте применялись методы теоретического и численного исследования задачи физики атомного ядра, а именно МЖК,  $\{c, h, \alpha\}$ -параметризация формы ядра, методы численного интегрирования (метод Гаусса), поиск долины деления методом минимакса, а также метод сопоставления расчетных данных. 1-й этап проекта – воспроизведение ранее полученных результатов моделирования функционала кулоновской энергии ядра в МЖК. Нами была запрограммирована формула расчета [5]:

$$B_C = \frac{-15}{32\pi} \int_{-1}^1 dx \int_{-1}^1 dx' \int_0^{2\pi} d\phi \left\{ \rho(x)\rho(x') \cos(\phi)c^2 + \rho(x)\frac{d\rho(x)}{dx}\rho(x')\frac{d\rho(x')}{dx'} \right\} \times \\ \times \sqrt{\rho^2(x) + \rho^2(x') - 2\rho(x)\rho(x')}, (1)$$

где  $\rho(x)$  задает форму поверхности ядра, в расчете применялась  $\{c, h, \alpha\}$  параметризация [2,6,11].

Вычислительная задача реализована программой на языке C++, в табл. 1 приведены результаты расчета  $B_C$  в сравнении с [5]. Нами был оптимизирован расчет – применены квадратуры Гаусса-Кронрода [4,10] по 45 узлам без потери точности и выигрышем по времени расчета.

с	(I), N = 45	(II), N = 96	Различие ( $\times 10^6$ )	с	(I), N = 45	(II), N = 96	Различие ( $\times 10^6$ )
1.00	1.0000006	1.0000006	0.0	1.16	0.9946702	0.9946704	-0.2
1.01	0.9999783	0.9999783	0.0	1.17	0.9940043	0.9940045	-0.2
1.02	0.9999119	0.9999119	0.0	1.18	0.9933010	0.9933012	-0.2
1.03	0.9998021	0.9998022	-0.1	1.19	0.9925605	0.9925607	-0.2
1.04	0.9996496	0.9996496	-0.0	1.20	0.9917830	0.9917831	-0.1
1.05	0.9994550	0.9994550	-0.0	1.21	0.9909682	0.9909684	-0.2
1.06	0.9992187	0.9992188	-0.1	1.22	0.9901166	0.9901169	-0.3
1.07	0.9989415	0.9989415	0.0	1.23	0.9892281	0.9892284	-0.3
1.08	0.9986236	0.9986237	-0.1	1.24	0.9883027	0.9883030	-0.3
1.09	0.9982657	0.9982658	-0.1	1.25	0.9873404	0.9873408	-0.4
1.10	0.9978682	0.9978683	-0.1	1.26	0.9863413	0.9863417	-0.4
1.11	0.9974314	0.9974316	-0.2	1.27	0.9853053	0.9853056	-0.3
1.12	0.9969558	0.9969559	-0.1	1.28	0.9842323	0.9842327	-0.4
1.13	0.9964415	0.9964417	-0.2	1.29	0.9831223	0.9831226	-0.3
1.14	0.9958890	0.9958892	-0.2	1.30	0.9819751	0.9819755	-0.4
1.15	0.9952985	0.9952987	-0.2				

Таблица 1 – Сравнение результатов расчета  $B_C$  при  $h = 0$ ,  $\alpha = 0$  (I) с результатами [5] (II) (N – количество узлов при численном интегрировании)

2-ой этап проекта – расчет  $V$  ядра  $U^{236}$  как функции параметров деформации ядра  $c$  и  $h$ . Асимметрия и вращение ядра не учитывались [2,12]:  $V = E_s^0 (B_s - 1 + 2x [B_C - 1])$ , где  $E_s^0$  – поверхностная энергия сферического ядра,  $x$  – параметр делимости ядра,  $B_C$  – функционал кулоновской энергии (по (1)),  $B_s$  – функционал поверхностной энергии:

$$B_S = \frac{1}{2} \int_{-1}^1 dx \sqrt{\rho^2(x)c^2 + \left(\rho(x) \frac{d\rho(x)}{dx}\right)^2}$$

Как и в случае 1-го этапа, в (2) нами был оптимизирован расчет за счет применения квадратуры Гаусса-Кронрода. Вычислительная задача реализована программой на языке C++, результаты расчета приведены на рис. 1 и рис. 2. На рис. 1 представлено поле значений  $V(c, h)$  ядра  $U^{236}$ , отмечены основное состояние ядра (о) – состояние с минимальной потенциальной энергией, седловая точка (x) – состояние неустойчивого равновесия на вершине энергетического максимума и долина деления – «траектория» форм наиболее вероятных значений  $V$  делящегося ядра (красная линия). Расчет  $V$  согласуется с результатами [2]. Реализация расчетов осуществлена с применением параллельных вычислительных потоков, что позволило в 3,7 раза снизить время работы алгоритма.

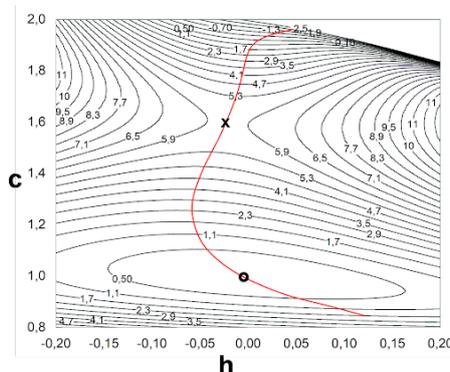


Рисунок 1 – Поле потенциальной энергии  $V$ , МэВ деформации ядра  $U^{236}$  в координатах  $c$  и  $h$

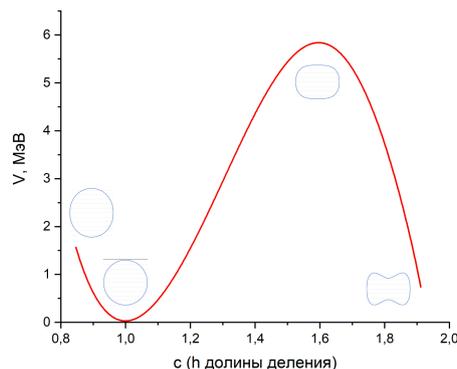


Рисунок 2 – Потенциальная энергия  $V$ , МэВ деформации и формы ядра  $U^{236}$  вдоль долины деления

На рис. 2 представлен результат 3-го этапа – анализ по массиву данных  $V$ , отраженном на рис.1, и поиск долины деления. Алгоритм минимакса поиска значений  $V$  долины деления реализована программой на языке C++. Барьер симметричного деления невращающегося ядра  $U^{236}$  составляет около 6 МэВ, что согласуется с [2]. Форма ядра  $U^{236}$  в основном состоянии – сфера, в седловой точке – вытянутый овалойд, при дальнейшем «спуске» по долине деления образуется перемычка. Итак, результатом исследования является расчет потенциальной энергии  $V$  деформации ядра как функции параметров его формы (МЖК,  $\{c, h, \alpha\}$ -параметризация). Проведен численный эксперимент по расчету значений  $V$  и форм ядра вдоль долины деления на примере ядра  $U^{236}$ . Оптимизированы численные методы расчетов  $B_c$  и  $B_s$ . Модель реализована пакетом программ на языке C++ (табл. 2) с применением параллельных вычислительных потоков. Все эти алгоритмы могут использоваться при изучении основ физики атомного ядра.

Файл	Назначение
main.cpp	главный модуль (функция main), распределяющий задачи по потокам, отображающей прогресс расчетов и выводящей данные в файл
Constants.h	библиотека констант, необходимых для расчетов
Functions.cpp	модуль расчетных функций ( $r^2(x)$ , $\rho(x) \cdot \frac{dV}{dx}$ и др.)
Bc.cpp	модуль расчета функционала $B_c$
Bs.cpp	модуль расчета функционала $B_s$
MinBuild.cpp	модуль расчета кривой долины деления методом минимакса – поиск точек локальных минимумов функции двух переменных при фиксировании значения одной из них
Functions.h	заголовочные файлы с описанием вызываемой части функций
Bc.h	
Bs.h	
MinBuild.h	
Data.txt	форматированный выходной файл с полем потенциальной энергии $V$
Minimum.txt	форматированный выходной файл: $c$ , $h$ и $V$ , образующие долину деления

Таблица 2 – Структура программного проекта NuclearProject (Open Source C/C++ IDE for Windows)

## Электромагнитные ускорители масс

Автор:

ДИММУХАМЕТОВ Данил Робертович МАОУ «Гимназия №6», г. Пермь

**Цель:** сборка своими руками простейшего ЭУМ, объяснить принцип действия устройства, доказать наличие потенциала разработок в данном направлении.

### Задачи:

- 1) Изучить материалы по данной теме с целью понимания происходящих явлений.
- 2) Разработать модель устройства.
- 3) Провести испытания устройства.
- 4) Рассмотреть сферы дальнейших применений данной установки.
- 5) Доказать перспективность разработки.
- 6) Проверить верность или ошибочность гипотезы.

**Научная новизна:** Данная технология в будущем позволит использовать баллистический метод запуска космических аппаратов. Также упростится запуск аппаратов с других планет, космические скорости которых ниже, а значит более легкодостижимы. Так же эта технология может стать новой вехой в развитии вооружения.

**Практическая значимость:** Использование электромагнитной энергии для запуска объектов позволит сохранить невозобновляемые природные ресурсы, которые тратятся на создание ракетного топлива, сократит влияние продуктов сгорания на атмосферу, а также решит проблему шума при детонации пороха или горении огромного количества топлива.

### Описание работы.

Рассмотрение различных видов ЭУМ, их преимуществ и недостатков, сборка собственного образца. (Рис. 1).



Рис. 1. Пушка Гаусса

В проектно-исследовательской работе дано:

- описание устройства прибора.

- принцип работы прибора.
- проведено испытание прибора.
- произведён расчет КПД.
- предложены способы улучшения эффективности работы прибора.
- описаны перспективы применения прибора.

#### **Итоги исследования.**

Проведя эту исследовательскую работу, я подробно изучил электромагнитные ускорители масс, выяснил, где они применяются, выявил их преимущества и недостатки. Хотя данная система на сегодняшний день имеет ряд недостатков, принцип её работы очень прост. Это позволяет упростить разработку более крупных моделей, а также повысит их надежность. Так же, отсутствие взрывного заряда у снарядов делает боезапас легче и безопаснее. Еще к преимуществам данной системы можно отнести её регулируемость. Это позволит вывести более слабые образцы на гражданский рынок, разнообразив его. На данный момент я не ставил перед собой создать прибор для промышленных нужд. Поэтому, это лишь демонстрационный образец с очень низкой мощностью. К сожалению, сейчас эти идеи сложно реализовать ввиду отсутствия необходимых элементов устройства. Но, если данное препятствие удастся преодолеть, то ЭУМ окажет большое влияние на дальнейшее развитие человечества.

#### **Источники информации:**

- 1) <http://userdocs.ru/fizika/93483/index.html>
- 2) <https://www.popsci.com/technology/article/2010-01/cannon-shooting-supplies-space/>
- 3) [https://ru.wikipedia.org/wiki/\\_](https://ru.wikipedia.org/wiki/_)
- 4) <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a21174/navy-electromagnetic-railgun/>
- 5) <https://naukatehnika.com/elektromagnitnoe-oruzhie.html>

## Влияние шероховатости поверхности стали на характеристики отражения света в дифракционной зоне

Автор:

ЖАРЕНКОВ Максим Денисович, Россия, Алтайский край, город Барнаул. МБОУ «Гимназия №40»

Научный руководитель:

ТИШИН Владимир Владимирович, педагог дополнительного образования, КГБУ ДО «Детский технопарк Алтайского края «Кванториум.22» »

В машиностроении изготовление деталей, машин и сборочных единиц производится в соответствии с нормативно-технологической документацией. Основным документом, в соответствии с которым изготавливаются изделия - чертеж. В чертеже, кроме размеров детали, как правило, присутствуют требования, по которым определяют предельно допустимые значения отклонения форм поверхностей. К числу указываемых отклонений относится значение плоскостности и шероховатости. В процессе производства существует промежуточная операция «визуальный контроль» поверхности. Субъективная оценка поверхности по определению точечных дефектов и повреждений не дает четких выводов о соответствии образцу. Качество обработки металлических поверхностей влияет на показатель отражения света. В работе рассматривается метод выявления участков на поверхности металлов с отражающей способностью несогласующиеся закономерностями распределение освещённости для дифракционной зоны. **Цель исследовательской работы:** анализировать новый метод контроля шероховатости поверхности стали по характеру изменения дифракционного изображения. **Объект исследования:** поверхности шлифованных стальных образцов. **Предмет исследования:** дифракции на плоских металлических поверхностях. **Актуальность работы:** В настоящее время, исходя из известных данных, не существует бесконтактного и точного метода контроля микрошероховатости. **Задачи исследования:** 1. Получить цифровые изображения 100 сегментов образцов со значением свечения каждого. 2. Построить графические изображения зависимостей изменения освещённости в дифракционной зоне для образцов А и Б. 3. Выполнить аппроксимацию полученных значений экспериментальных точек. Сравнить величины доверительных интервалов для двух графиков. **Гипотеза исследования:** Графики поверхностей шлифованных образцов стали с разным показателем шероховатости будут отличаться по интенсивности освещённости в дифракционной зоне.

**Технологическая фаза:** 1. Изготавливаем приставку к цифровому микроскопу (калиброванная проволока 1 мм, источник белого света). Подбираем образцы стали со шлифованными поверхностями, соответственно  $Ra=0,4$  мкм (образец А) и  $Ra=0,08$  мкм (образец Б). 2. Провести фотографирование выбранного участка. Разбиваем полученное изображение на 10 световых полос перехода со светлого участка на участок тени. Каждый световой уровень делим на 10 сегментов. 3. Используя программу Adobe Photoshop, определяем показатель свечения каждого из 100 сегментов. Используя средние арифметические значения свечения для каждого уровня экспериментальных образцов А и Б строим графики. 4. Аппроксимируем полученные экспериментальные зависимости.

По результатам экспериментов строим график 1 для образцов А и Б.

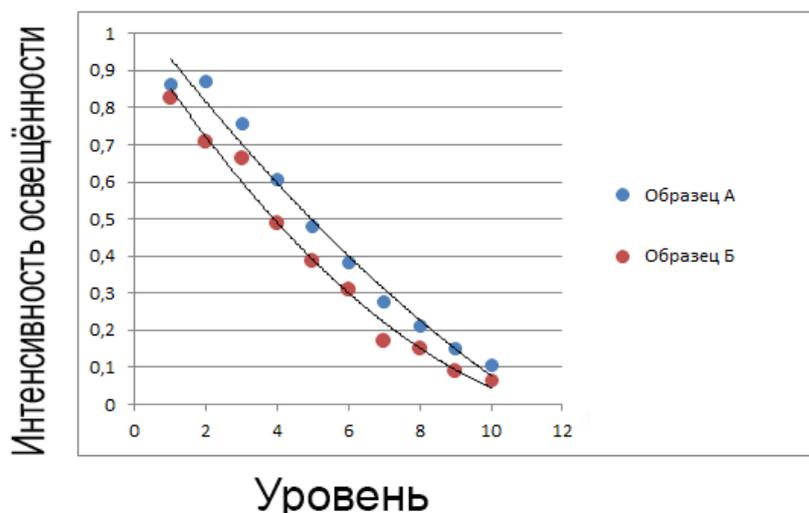


График 1.

№ Уровня	А	Б
1	0,8634	0,8281
2	0,8707	0,7092
3	0,7571	0,6635
4	0,6081	0,4883
5	0,4799	0,3886
6	0,3838	0,3103
7	0,2783	0,1729
8	0,2137	0,1505
9	0,1488	0,0889
10	0,1044	0,0662

Таблица 1. Значения для графика 1

### Выводы.

В результате проведенных исследований обнаружены следующие факты: 1. Значения функций интенсивности освещенности образцов стали с разными показателями шероховатости отличаются, это свидетельствует о различной способности рассеивать отраженный свет в дифракционной зоне. 2. Проверяя поверхности в рамках контроля шероховатости у шлифованных образцов, появляется возможность сравнивать полученную функцию по отношению к образцу. Перспективы: Данную методику предлагается использовать для контроля микрошероховатости распылителя форсунки дизельного двигателя. Шероховатость поверхности в соответствии с чертежом установлена не более 0,08 мкм.

### Источники информации:

- 1) Л. Л. Медянцева, В. В. Горбачева, Е. Е. Шарова «Контроль прямолинейности и плоскостности поверхностей». М., Издательство стандартов, 1972.-119с.
- 2) Сивухин Д. В. Общий курс физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. Т.IV. Оптика. – 3-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.- 792с.
- 3) Демина Л.Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 292с

- 4) *Бутиков Е.И.* Оптика: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.И. Калитеевского. – М.: Высш. школа, 1986. – 512 с.
- 5) *Саржевский А.М.* Оптика: Полный курс: Учебное пособие. Изд. 3-е.: Едиториал УРСС, 2009. – 608 с.
- 6) *Ландсберг Г.С.* Оптика. Учеб. пособие: Для вузов. – 6-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.
- 7) *Осипов Ю.С., Кравец С.Л.* Большая Российская энциклопедия, 2012. – 767с.
- 8) Скин-Эффект [Электронный ресурс] // Википедия - Свободная энциклопедия. – Режим доступа: [Ссылка](#). – Загл. с экрана.
- 9) Металлооптика [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. – Режим доступа: [Ссылка](#). – Загл. с экрана.

## Резиномотор на примере игрушки «Swing Thing»

Автор:

ЗЕЛИНСКАЯ Владислава Юрьевна, ГБОУ «Лицей №1»  
имени А.С. Пушкина г. Брянск Брянской области

Научный руководитель:

ПОЛЕССКАЯ Яна Николаевна учитель г. Брянска выс-  
шей категории в области физики

**Цель работы:** Ознакомление с устройством и работой резиномотора на примере игрушки «Swing thing» и исследование его упругих свойств путем испытаний, проведенных на данной игрушке.

**Задачи:**

- Изучить различные источники информации по данной теме.
- Изготовить резиномотор в усовершенствованном виде игрушки «Swing thing».
- Определить его характеристики (угловая скорость, время оборотов) в зависимости от числа оборот, на которые закручена игрушка. (Резиномотор с прерывистым движением позволяет упростить процесс определения его характеристик)
- Подобрать оптимальные параметры работы резиномотора с целью увеличения коэффициента полезного действия.
- Определить сферы использования резиномотора.

**Актуальность:** Возможность использования резиномотора в пусковых устройствах вместо электрических двигателей из-за надежности и легкости в эксплуатации. Его использование в авиа и судомоделях игрушек в следствии безопасности, простоты в изготовлении, доступности и дешевизны.

**Описание работы** Основное содержание работы – ознакомление заинтересованных людей с простейшим механическим двигателем-резиномотором, а также демонстрацию его работы на игрушке «Swing thing» - кинетическая игрушка народного ремесла из 1970-х, которая демонстрирует переход потенциальной энергии намотанных резиновых лент в кинетическую и потенциальную гравитационную энергию, создавая любопытные периодические движения в маятниковом качании на конце струны. Работа по изготовлению данной игрушки происходила в специальной оборудованной мастерской, в которой в дальнейшем ставились опыты над ней (игрушка безопасна для домашнего использования); фотографии и графики изображены в приложении. Изготавливалась в 3 этапа:

- 1) Изготовление основного корпуса и его покраска
- 2) Установка стержней и подшипника наверху деревянной конструкции
- 3) Установка прочного двойного резинового жгута, приведение конструкции в действие

Исследования:

- Зависимости угловой скорости от числа оборотов, на которые накручен жгут
- Зависимости времени оборота от числа оборотов, на которые накручен жгут

В работе рассмотрено и изготовлено устройство резиномотора с периодическим движением, приведены элементы методики исследования характеристик его упругости.



Рис. 1. Этап изготовления



Рис. 2. Этап изготовления



Рис. 3. Этап изготовления



График 1

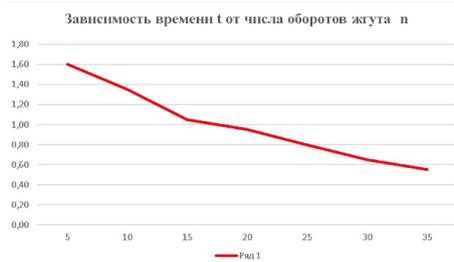


График 2

## Модели для демонстрации физических явлений и эффектов

Автор:

ИВАНИКОВ Сергей Дмитриевич, МАОУ «Лицей №82»

Научный руководитель:

ИВАННИКОВ Дмитрий Анатольевич к.т.н., доцент, начальник ОСРМиФ ЭМП АО «ННПО имени М.В.Фрунзе»

**Краткая постановка цели(ей) и задач исследования:** Разработка моделей для демонстрации физических явлений и эффектов на примере явлений невесомости, линейных и центробежных перегрузок, стробоскопического эффекта и эффекта Доплера.

### Основной текст тезисов.

В работе представлены разработанные модели для демонстрации явлений невесомости, линейных и центробежных перегрузок, стробоскопического эффекта и эффекта Доплера. Рассмотрены особенности технической реализации известных прототипов, проведен сравнительный анализ с разработанными моделями. В главе 1 приведено описание модели для демонстрации явления невесомости и линейных перегрузок. Приведены основные математические соотношения, поясняющие работу модели. Модель (рис.1, рис.2) состоит из основания, установленных на нем неподвижных металлических стоек, пары упругих металлических пластин и схемы звуковой сигнализации. В исходном состоянии под действием силы тяжести грузика и нити контакты разомкнуты. При воздействии на модель ускорения, направленного вниз вес груза увеличивается (демонстрация явления линейной перегрузки), преодолевая силы упругости металлических пластин. Контакт замыкается и напряжение от батареи подается на выводы звукового излучателя. Издаётся прерывистый звуковой сигнал. При смене направления воздействия на макет ускорения вес грузика уменьшается до нуля (демонстрация явления невесомости) контакты под действием упругости металлических пластин замыкаются и напряжение от батареи подается на выводы звукового излучателя. Издаётся непрерывный звуковой сигнал (вплоть до момента падения на землю). При резком замедлении вес грузика увеличивается (демонстрация явления линейной перегрузки), снова преодолевая силы упругости металлических пластин. Контакт замыкается и напряжение от батареи подается на выводы звукового излучателя. Издаётся прерывистый звуковой сигнал.

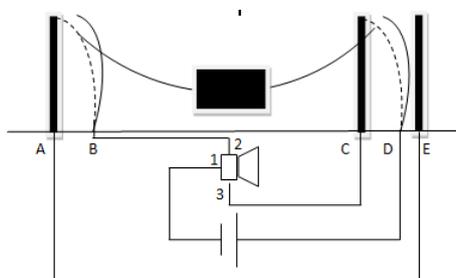


Рис. 1.



Рис. 2.

**Глава 2** посвящена рассмотрению модели для демонстрации явления центробежных перегрузок. Модель (рис.3, рис.4) состоит из электромотора, установленного на основании, диска закрепленного на его оси, пружин и грузиков, имеющих возможность перемещаться в прорезях диска и светодиодной подсветки прорезей для визуального контроля положения грузиков при вращении. В состоянии покоя диск не вращается, грузики притянуты к центру диска пружинами. При вращении грузики перемещаются из одного положения в другое, что эквивалентно изменению их веса. Фиксация уровня перегрузки производится по перекрытию светящихся светодиодов.

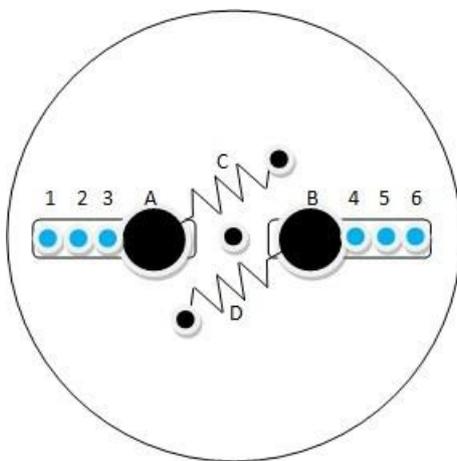


Рис. 3.



Рис. 4.

**В главе 3** приведен результат доработки модели для демонстрации явления центробежных перегрузок с целью возможности демонстрации стробоскопического эффекта. Основное отличие от данной модели заключается в том, что включение светодиодной подсветки прорезей для визуального контроля положения грузиков при вращении осуществляется не постоянно, а прерывисто с помощью мультивибратора. Частота импульсов мультивибратора может регулироваться переменным резистором. При совпадении частоты вращения диска с грузиками и частоты вспышек светодиодной подсветки возникает визуальный эффект неподвижности диска, что объясняется тем, что вращающийся диск в моменты включения подсветки оказывается в одном и том же угловом положении. **В главе 4** представлен анализ разработки модели (рис. 5, рис.6) для демонстрации эффекта Доплера. Приведены основные математические соотношения, поясняющие работу модели. Модель состоит из генератора звукового сигнала, элемента питания и микровыключателя, соединенных в последовательную электрическую цепь и смонтированных в пластиковом корпусе с прикрепленной нитью для возможности его вращения. При вращении модели наблюдателем происходит изменение частоты звукового сигнала на значение доплеровского сдвига частоты. При этом модуляция частоты Доплера происходит по косинусному закону в зависимости от текущего угла между линией «наблюдатель-модель» и вектором скорости модели.

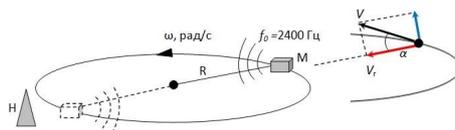


Рис. 3.



Рис. 4.

**Актуальность работы:** Физика – экспериментальная наука. Обучение физике должно в первую очередь опираться на экспериментальный метод, согласно которому огромная роль при исследовании физических явлений отводится демонстрации физических явлений и эффектов. Актуальность выбранной темы состоит также в том, что разработка моделей различных физических явлений и эффектов способствует эффективности обучения физике, позволяя понимать и осмысливать механизмы физических явлений и эффектов.

**Итоги исследования.** Разработаны модели для демонстрации явлений невесомости, линейных и центробежных перегрузок, стробоскопического эффекта и эффекта Доплера. Проведен сравнительный анализ с существующими прототипами. Проведены эксперименты по выполнению моделями целевых функций.

**Источники информации:**

- 1) Данилов О. Е. Демонстрация веса тела и состояния его невесомости.
- 2) А.С. №1005162 Д.С.Кройтор. Установка для демонстрации эффекта Доплера.
- 3) В.В. Майер, Р.В. Майер. Демонстрация акустического эффекта Доплера.

## Капельная электрогенерация

Автор:

А. ИСАЕВ, МБОУ «Ольховская СШ» Ольховского муниципального района Волгоградской области

Научный руководитель:

Н.П. СИВКОВ учитель физики

Научный руководитель:

А.Ю. СИВКОВА учитель физики и математики

**Цель работы:** создание рабочей модели капельного генератора Кельвина, исследование зависимостей получения заряда.

### Задачи работы:

- 1) Изучить энциклопедическую, справочную, научную, историческую литературу по теме «Капельная электрогенерация».
- 2) Теоретически изучить строение генератора Кельвина и принцип его работы.
- 3) Спроектировать и собрать экспериментальную модель капельницы Кельвина.
- 4) Провести эксперименты, демонстрирующие работоспособность собранной установки, зафиксировать результаты исследований, выполнить анализ полученных результатов.

**Научная новизна.** Предмет исследования: преобразование энергии капель воды в электрическую энергию. Собранный мной генератор можно применять как реальный источник напряжения. Данное устройство может являться альтернативным, экологически чистым источником энергии. Модель можно использовать, как наглядную установку для демонстраций на уроках физики в школе явления электростатической индукции, капиллярных волн, и, собственно, источника энергии. Если установка окажется работоспособной, то она пополнит коллекцию самодельного оборудования кабинета физики.

**Практическая значимость работы.** Практическая значимость работы следует из гипотезы работы и поставленных проблем. При помощи установки можно получать электрическую энергию из водяных капель, в том числе, используя энергию дождя. Сегодня модель можно использовать как наглядную установку на уроках физики.

**В теоретической части работы** мною рассмотрены: история создания капельного генератора Кельвина [1]; явления и законы, благодаря которым работает капельный генератор Кельвина (электростатическая индукция, сила поверхностного натяжения, капиллярные волны) [3]; принципы и физические основы работы капельницы Кельвина [4]; недостатки конструкции и возможности их устранения.

**В экспериментальной части работы** представлено описание этапов сборки и настройки конструкции, результаты проведенных исследований. Проведение всех исследований фиксировалось на видео. По результатам раскадровки определялось начальное и максимальное время получения электрического заряда. Результаты фиксировались в таблицах (Приложения 2, 3, 4).

**Исследование 1.** Цель: выяснить, влияют ли примеси в воде на время появления заряда и на величину заряда.

**Исследование 2.** Цель: выяснить, влияет ли расстояние между банками на время появления заряда и на величину заряда.

**Исследование 3.** Цель: выяснить, влияет ли температура воды на время получения заряда и время появления максимального заряда.

**Исследование 4.** Цель: выяснить возможность получения электрического тока при падении капель воды на пьезоэлемент.

### Итоги исследования.

В результате работы мною:

- изучен принцип работы капельного генератора Кельвина;
- из подручных материалов собрана рабочая модель капельницы Кельвина;



- получен заряд, достаточный для фиксации школьным электрометром;
- доказано существование «энергии дождя»;
- пополнена коллекция школьного оборудования кабинета физики.

Полученные результаты доказывают, что собранная модель капельного генератора Кельвина является вполне работоспособной. Примеси в воде влияют на увеличение катионов и анионов веществ, на скорость получения начального и максимального заряда. С уменьшением расстояния между индукторами время получения заряда в подавляющем большинстве случаев уменьшается. Чем выше температура жидкости, тем больше времени необходимо для получения заряда. Мы получили экспериментальное подтверждение появления электрического заряда при падении капли воды на пьезоэлемент. В теории дождевые капли могут поставлять небольшие порции даровой энергии там, где трудно и дорого менять батарейки: в различных электронных устройствах, работающих во внешнем мире. Эти исследования заинтересовали меня и возможно станут объектом изучения в дальнейшем. Ведь если будет совершен прорыв в капельной электрогенерации: дожди станут новым источником энергии! К сожалению, в полном объеме гипотеза работы не подтвердилась. Собранный мною генератор невозможно применить как реальный источник энергии в силу малого напряжения, но можно использовать как наглядную установку для демонстрации электростатической индукции, капиллярных волн на уроках физики в школе.

№ опыта	Название добавленного вещества	Время необходимое для получения заряда необходимого для начального отклонения стрелки, с		Время необходимое для получения заряда необходимого для максимального отклонения стрелки от момента начального отклонения стрелки, с	
		день эксперимента	через сутки	день эксперимента	через сутки
1	Железный купорос (сульфат железа)	18.05	12.11	9.01	5.03
2	Сульфат магния	10.17	10.06	4.12	4.15
3	Медный купорос	17.06	8.17	4.07	4.18
4	Сода питьевая	10.08	8.25	3.28	5.02
5	Лимонная кислота	13.21	19.17	1.00	4.00
6	Мочевина (карбамид)	10.01	5.24	4.01	4.03
7	Аммиачная селитра	8.28	9.09	4.10	3.28
8	Сахар	17.00	9.07	5.19	3.29
9	Вода	12.14	8.07	5.03	3.24

Таблица. 1. Зависимость времени получения заряда от рода жидкости

№ п/п	Расстояние между банками, см	Время необходимое для получения заряда необходимого для начального отклонения стрелки, с			Время необходимое для получения заряда необходимого для максимального отклонения стрелки, с		
		номер опыта	результат	среднее значение	номер опыта	результат	среднее значение
1	4,7	1	9.00	9.306	1	4.14 (134)	132,4
		3	12.23		3	4.17 (137)	
		4	9.01		4	4.09 (129)	
		5	7.25		5	4.10 (130)	
		6	9.04		6	4.12 (132)	
2	4,3	1	9.05	9.082	1	4.10 (130)	136,6
		2	8.06		2	5.02 (152)	
		3	9.11		3	4.02 (122)	
		4	8.04		4	4.22 (142)	
		5	14.15		5	4.17 (137)	
3	3,9	1	11.25	7.804	1	4.09 (129)	137,2
		2	9.21		2	4.18 (138)	
		3	5.16		3	4.23 (142)	
		5	3.27		5	4.26 (146)	
		6	10.13		6	4.10 (130)	
4	3,5	1	10.27	10.873	1	4.06 (126)	132,3
		2	9.12		2	4.07 (127)	
		5	13.23		5	4.24 (144)	
		1	7.21		1	5.01 (151)	
		2	10.16		2	4.10 (130)	
5	3,1	4	6.23	6.782	4	4.12 (132)	139,6
		5	6.06		5	4.16 (136)	
		6	4.25		6	4.29 (149)	
		1	7.16		1	4.26 (146)	
		3	5.01		3	4.25 (145)	
6	2,7	4	6.13	5.833	4	4.20 (140)	140,0
		5	5.03		5	4.09 (129)	
		1	8.14		1	4.20 (140)	
		2	6.02		2	4.22 (142)	
		4	11.16		4	4.07 (127)	
7	2,3	5	6.10	10.312	5	5.07 (157)	142,4
		6	20.08		6	4.26 (146)	

Таблица. 2. Результаты исследования зависимости времени получения заряда от расстояния между банками

№ п/п	Температура, °С	Время необходимое для получения заряда необходимого для начального отклонения стрелки			Время необходимое для получения заряда необходимого для максимального отклонения стрелки		
		номер опыта	результат	среднее значение	номер опыта	результат	среднее значение
1	20	1	5.14	7.20	1	4.26 (146)	4.158
		2	5.27		2	4.19 (139)	
		3	8.24		3	4.10 (130)	
		4	10.16		4	4.08 (128)	
2	40	1	14.15	11.91	1	4.23 (143)	4.655
		2	14.08		2	4.15 (135)	
		3	12.28		3	5.20 (170)	
		4	7.12		4	5.04 (154)	
3	50	1	6.28	11.10	1	5.00 (150)	4.588
		2	9.04		2	4.09 (129)	
		3	17.04		3	4.26 (146)	
		4	12.02		4	5.00 (150)	
4	60	1	9.05	12.51	1	5.04 (154)	4.817

Таблица 3. Результаты исследования зависимости времени получения заряда от температуры жидкости.

### Источники информации:

- 1) Великие физики. *Уильям Томсон*, лорд Кельвин. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 2) Вода (стихия) [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 3) Капельница Кельвина | Энциклопедия [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 4) Капельница Кельвина | Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)
- 5) Французы нашли способ получать электричество из дождя. Газета «Известия». [Электронный ресурс]. [Ссылка](#)

## Характеристики вращения эвольвентного конического маятника

Автор:

КИРИЧЕНКО Дарья Дмитриевна, Образовательный центр «ПОИСК» города Ставрополя

Научный руководитель:

КОЗЛОВ Станислав Алексеевич, К.ф.-м.н., педагог Центра «ПОИСК»

Механические колебания – это такой вид движения, когда координаты тела, его скорость и ускорение многократно повторяются, изменяясь относительно некоторого равновесного значения. Маятник — это система, способная совершать свободные колебания под действием силы, пропорциональной смещению и направленной к положению равновесия. Известны законы колебаний математического (груз на нити в поле тяжести Земли), физического (твёрдое тело на горизонтальной оси вращения в поле силы тяжести Земли) и пружинного (груз, приводимый в движение упругой пружиной). Наиболее близок к объекту нашего исследования нитяной конический маятник (рис. 1), грузу которого изначально задана круговая горизонтальная, плоская, замкнутая траектория. Его нить описывает коническую поверхность, а уравнение динамики имеет вид:

$$0 = mg + T + m\omega^2 R \quad (1)$$

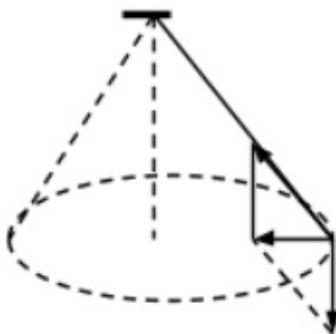


Рис.1

В отличие от конического у исследуемого нами маятника нить предварительно наматывается виток к витку на верхнюю часть цилиндрической стойки. Под действием силы тяжести груз, опускаясь вниз, разматывает нить и сам приходит во вращательное движение вокруг стойки. Длина освобождающейся нити непрерывно увеличивается и в результате груз движется по винтовой конической расширяющейся траектории. Линия, которую описывает конец натянутой нити, смыкающейся с цилиндром в плоскости, перпендикулярной его оси, в геометрии называется **эвольвентой** (рис. 2). В нашем случае падающий груз «деформирует» эвольвенту, создаётся трёхмерная траектория. Периодичность движения груза позволяет назвать всю систему эвольвентным маятником.

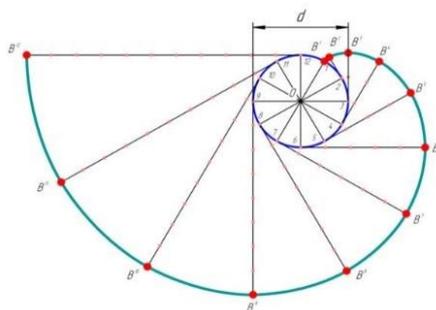


Рис.2

### Актуальность исследований.

Нами изобретён и впервые исследован новый вид механического маятника – эвольвентный нитяной

маятник. В доступной нам литературе мы не нашли упоминания о подобном устройстве, между тем его траектория – винтовая коническая сходящаяся линия – характерна для движения заряженных частиц в неоднородном магнитном поле. Примерами могут служить движение космических частиц в магнитосфере Земли, заряженных частиц в ускорителях, в БАК и ТОКОМАКе.

**Цель нашей работы** – исследовать кинематические характеристики маятника, а именно, периоды и радиусы вращения на каждом обороте, шаги винтовой линии и средние линейные скорости на каждом из витков и среднюю скорость опускания грузов между витками.

**Экспериментальные наблюдения.** Движения маятника снимались на камеру мобильного телефона (фигура 3). Грузом послужил светодиод с батарейками. Снимки сделаны в ночное время в экспозиции «от руки». С них были получены геометрические характеристики маятников. Для снятия временных характеристик были сделаны также полные записи вращения и измерения в режиме видеоредактора. Проведены исследования для стоек высотой до 1,5 м, диаметром от 10 до 50 мм и грузов от 3 до 150 г. Исследования ограничивались только первой частью движения – раскручиванием, последующие накручивания нити на стойку и раскручивания не изучались.



Рис.3

**Результаты исследований.** В ходе первого раскручивания маятника в указанных экспериментальных условиях

- **период вращения:** а) растёт равномерно с номером витка; б) не зависит от массы груза; в) увеличивается с ростом диаметра стойки;
- **угловая скорость** убывает пропорционально квадрату номера витка;
- **угол между нитью и стойкой** убывает прямо пропорционально номеру витка
- **шаг винтовой линии** остаётся неизменным в процессе раскручивания.
- **радиус витка** вначале пропорционален квадрату номера, постепенно перестаёт расти и при большом числе оборотов (на стойке с малым диаметром) убывает.

## Чаепитие на планетах солнечной системы (при каких условиях кипит вода на других планетах)

Автор:

КИСЛУХА Андрей Викторович, обучающийся 8 класса Академической гимназии имени Д.К. Фаддеева Санкт-Петербургского государственного университета

Научный руководитель:

ДОБРУН Лилия Александровна, кандидат физико-математических наук, преподаватель физики Академической гимназии имени Д.К. Фаддеева Санкт-Петербургского государственного университета

**Предмет исследования:** планеты солнечной системы.

**Объект исследования:** условия на планетах солнечной системы, необходимые для проведения на них чаепития.

**Цель работы:** определить какие условия необходимы для успешного чаепития и возможны ли они на других планетах.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи:**

- 1) определить условия, необходимые для чаепития и рассмотреть их с точки зрения законов физики;
- 2) узнать о значениях физических величин на разных планетах, необходимых для исследования;
- 3) провести мысленный эксперимент чаепития на каждой из планет и сделать выводы о его возможности/невозможности.

**Описание исследовательской работы.** На вкус чая влияют его вид, температура и время заваривания напитка, а температура на поверхности планеты может повлиять на вкус чая. Чтобы понять можно ли будет присесть за стол надо узнать, имеет ли планета твердую поверхность. Давление – это условие, которое влияет на температуру кипения, поэтому необходимо найти информацию о давлении на поверхности планет. Известно, что при невесомости, вода принимает шарообразную форму, человек, чашки, стол тоже не смогут устойчиво и неподвижно находиться на твердой поверхности планеты, если таковая на планете имеется. Автором изучены условия на других планетах, спутнике Сатурна Титане и внутри впадины Эллада на Марсе: атмосфера, давление, поверхность, сила тяжести, наличие воды. Согласно уравнению Клапейрона–Клаузиуса, с ростом давления температура кипения увеличивается, а с уменьшением давления температура кипения соответственно уменьшается. Проведен эксперимент: вода, нагретая около 80-90 °С помещена в шприц, зажав отверстие шприца, движением поршня понижалось давление, после чего вода закипала (рис.1).

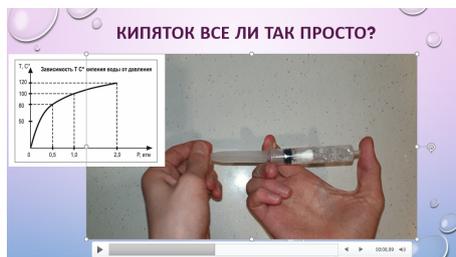


Рис.1 Вода закипелат при понижении давления

Эксперимент показал, что вода может закипеть и при температуре ниже температуры кипения (100 °С), если понизить давление. В физической лаборатории были произведены замеры температуры кипения воды при разных значениях давления. Вода комнатной температуры в стакане с помещенным в нее термометром и кипятивником была помещена под вакуумный колпак. Создавалось пониженное давление, когда вода закипала измерялась температура (рис.2).



Рис.2 Замеры температуры кипения воды

Так при давлении 10 кПа температура кипения составила 42 – 43 °С; при 20 кПа: 59° С; при 30 кПа: 63 °С; при 40 кПа: 72 °С; при 70-75 кПа: 87 °С. На основе проведенных замеров и эксперимента сделан вывод, что наибольшее влияние на возможность проведения чаепития и температуру, при которой вода для чая закипит на планетах, окажет именно давление. Также в физической лаборатории был проведен эксперимент заваривания зеленого чая при давлении 60-70 кПа и дегустация напитка. Процесс кипячения воды занял 10 минут, температура составила чуть более 70 °С (имеется погрешность, в связи с колебаниями давления, и так как температура зафиксирована после заваривания). Чай получился вкусным, чуть менее крепким, чем при обычных условиях. С помощью калькулятора на сайте <https://planetcalc.ru/275/>, в котором используется формула  $\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{q_{12}\mu}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$  для расчета температуры кипения в зависимости от атмосферного давления в миллиметрах ртутного столба, определены температуры кипения на планетах. На основании данных об условиях на планетах проведен мысленных эксперимент чаепития (рис. 3-6).

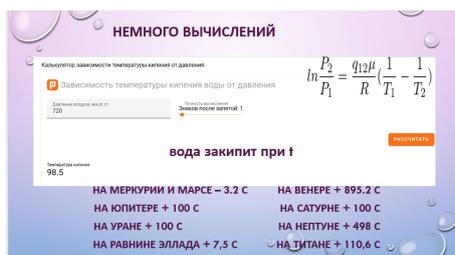


Рис.3 Расчет температуры кипения на планетах



Рис.4 Мысленный эксперимент



Рис.5 Мысленный эксперимент



Рис.6 Мысленный эксперимент

На Меркурии чаепитие невозможно: настоя при заваривании чая водой с минусовой температурой не получится, чай не заварится, также человеку не выдержать высокую температуру поверхности. Самовоспламенения пакетика чая не произойдет, поскольку в атмосфере у поверхности Меркурия нет кислорода. На Венере чаепитие невозможно: при крайне высокой температуре кипения, чай заварится, но будет вероятно горьким, однако крайне высокая температура поверхности опасна для человека, самовоспламенения пакетика чая не произойдет виду отсутствия кислорода. На Титане чаепитие невозможно: так как атмосфера Титана близка по химическому составу к земной, получилось бы заварить чай и вкусным там был бы черный, но при крайне низкой температуре поверхности человек и вода сразу замерзнут. На Марсе настоя при «заваривании» чая водой с минусовой температурой не получится, чай не заварится. Во впадине Эллада чаепитие получится, температура кипения плюсовая, но не высокая, поэтому настой будет ненасыщенным, но если заваривание проводить продолжительное время, то при температуре поверхности +20 это будет как холодный чай в летний зной. Если не учитывать отсутствие твердой поверхности, то вскипятить воду и заварить чай можно было бы на Юпитере, Сатурне, Нептуне и Уране. Вкусным был бы черный и красный чай. Однако практически провести чаепитие было бы невозможно из-за отсутствия твердой поверхности, а также поскольку температура «условной» поверхности крайне низкая человек и вода замерзнут. Следовательно, провести чаепитие было бы возможным лишь внутри впадины Эллада на Марсе, в летнее время, если чай заваривать долго.

**Актуальность работы.** Развитие человечества происходит с невероятной скоростью, в прошлом столетии человек полетел в космос. Не исключено, что в каком-то будущем будет происходить заселение планет человеком. Без воды человек жить не сможет. Тема работы является актуальной, так как от ответа на поставленный мною вопрос будет зависеть, на какие из планет солнечной системы возможно человеку, для начала, прилететь для чаепития, а в дальнейшем – возможно и для времяпровождения или жизни.

**Итоги исследования.** В ходе работы получен следующий результат: определена температура кипения воды на планетах и при каких условиях закипит вода. Сформулирован вывод, что главным фактором, влияющим на температуру кипения, является давление. Результаты: полученные знания об атмосфере, давлении, силе тяжести на планетах, условиях и возможности проведения чаепития.

#### Источники информации:

- 1) Маров М. Я., Планеты Солнечной системы, М., Наука, 1986;
- 2) Хайдаров К.А. Строение небесных тел, BRI, Алматы, 2004// [Ссылка](#);
- 3) [https://tepka.ru/astronomia\\_11/9.html](https://tepka.ru/astronomia_11/9.html) - электронные учебники// астрономия;
- 4) <https://v-nayke.ru/?p=12763> состав планет – интернет-журнал Развитие науки;
- 5) <https://himya.ru/temperatura-kipeniya-vody-pri-razlichnom-davlenii.html>;
- 6) <https://vodasila.ru/o-vode/kak-budet-menyatsya-temperatura-kipeniya-vody>;
- 7) <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

## Магнит и спичка

Автор:

КОВАЛЕНКО Марк Алексеевич 10Бкл., БОУ «Югорский Физико-Математический Лицей» г. Ханты-Мансийск

Научный руководитель:

ЧИЛЯЕВА Надежда Михайловна учитель физики высшей квалификационной категории, МАОУ Гимназия 12, г. Новосибирск

Спичка не притягивается к магниту, однако головка сожженной спички притягивается сильным магнитом. Это явление широко известно и его довольно просто воплотить, однако притяжение не всегда достигается, как из-за недостаточной силы магнита, так и различающихся составов спичек разных производителей. В сети интернет явление объясняется наличием железа в составе, но только на качественном уровне, точных составов, состояния атомов железа в составе и влияния других компонентов до и после реакции нигде не описывается. Попытаемся более подробно разобраться в этом вопросе. Необходимо рассмотреть всевозможные причины притяжения спички после реакции и достоверно объяснить их. Мы решили изучить возможные аспекты, которые влияют на притяжение спички к магниту, включающие в себя как параметры спички, так и параметры магнита. Изучив научную литературу по теме исследования, мы выдвинули **гипотезу**: если после сожжения головки спички заметно взаимодействие с магнитом, то в результате химической реакции появляются вещества, взаимодействующие с магнитом.

**Цель работы:** изучить причины явления притяжения сожженной головки спички.

**Задачи:**

- 1) Изучить материал по теме исследования. Установить параметры, влияющие на процесс притяжения спички.
- 2) Экспериментально установить зависимость расстояние притяжения от массы спички, размеров магнита и магнитов с различными значениями остаточной магнитной индукции.
- 3) Рассмотреть явление притяжения спички и экспериментально пронаблюдать изучаемое явление.
- 4) Оценить минимально возможное расстояние притяжения спички при помощи изменений различных параметров.

При реализации настоящего исследования были использованы следующие **методы**:

- теоретический: изучение теоретического материала по описанию причин и механизму притяжения спички к магниту; найти количественные и качественные параметры, описывающие этот процесс.
- эмпирический: воспроизведение в контролируемых условиях изучаемого явления; установление зависимости расстояния притяжения спички в контролируемых и изменяемых условиях;
- математический: проведены расчеты, объяснены погрешности измерений и вычислений.

**Практическая значимость** результатов исследования может быть подтверждена разработкой факультативного занятия по физике в средних и старших классах.

Притяжение спички к магниту – весьма неоднозначное явление. Процессы, протекающие в системе довольно сложно описать однозначно. Существенное влияние на воспроизводимость явления вносят aberrации концентраций оксидов железа в составе головки, вариации положения магнита и различные пути протекания реакций, которые сложно предсказать. Изучив теоретический материал, мы установили параметры магнита, влияющие на процесс притяжения спички к магниту.

Согласно экспериментальным данным, роль параметров, влияющих на явление, будет следующей:

- чем больше степень сгорания, тем с большего расстояния можно притянуть спичку, так как масса спички зависит от степени сгорания.
- расстояние, с которого можно притянуть спичку, зависит от геометрических параметров магнита – чем больше магнит, тем с большего расстояния можно притянуть спичку.



- чем больше геометрические параметры магнита и остаточная магнитная индукция магнита, тем большую массу может удержать магнит.

В ходе исследования мы выяснили, что причина притяжения сгоревшей спички к магниту – увеличение содержания магнетита  $Fe_3O_4$  в ходе восстановительной реакции, который обладает лучшими магнитными свойствами по сравнению с исходными веществами.

**Таким образом,** цель проекта достигнута, а гипотеза опровергнута.

**Источники информации:**

- 1) <https://www.nkj.ru/archive/articles/9034/>
- 2) Научный журнал «Успехи современного естествознания»
- 3) Журнал «Наука и жизнь»
- 4) <https://postnauka.ru/faq/76961>
- 5) *Г.А.Быстров.* Технология спичечного производства. М.: Гослесбумиздат, 1961, с.60

## Безграничные возможности электромагнитного поля

Автор:

КОРНЕЕВА Кристина Алексеевна МАОУ "СОШ №24 г.  
Красноурьинск

Научный руководитель:

МОТЫРЕВА Елена Станиславовна учитель физики, МА-  
ОУ «СОШ №24»

**Цель работы:** показать огромные возможности электромагнитного поля, проявляемые в различных областях жизни человека.

### Задачи:

- 1) Познакомиться с историей открытия и дальнейшего развития теории электромагнитного поля.
- 2) Изучить физические основы современной теории ЭМП.
- 3) Рассмотреть различные области применения ЭМП.
- 4) Познакомиться с результатами воздействия электромагнитных полей на организм человека и другие живые организмы.
- 5) Определить наиболее эффективные способы снижения воздействия ЭМП.
- 6) Самостоятельно изготовить устройства, являющиеся источниками ЭМП и устройство, позволяющее экранироваться от вредного воздействия электромагнитных полей.
- 7) Провести эксперименты с использованием данных устройств.
- 8) Определить параметры и характеристики некоторых магнитных полей изготовленных устройств.
- 9) Познакомиться с принципом электромагнитного экранирования и результатами лечения в Медицинском центре «Добрый доктор» города Красноурьинска.
- 10) Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

**Научная новизна.** в ходе работы автор изобрел недорогой аналог прибора, который может заменить магнитометр. Также в работе проведены интересные и полезные опыты.

**Практическая значимость.** мы живем в электромагнитном мире, насыщенном различными благами цивилизации и научно-технического прогресса. Прошло более 150 лет с момента открытия и начала использования человеком электромагнитных волн, но за это время, электромагнитные волны завоевали весь мир и покорили человека, ведь мы не можем представить себе жизни без них.

**Итоги исследования:** Электромагнитные поля (ЭМП) давно стали неотъемлемой частью нашей жизни. Они создаются электрическим и магнитным полями, которые «порождают» друг друга. При их взаимодействии образуется электромагнитное излучение (ЭМИ), которое не всегда оказывается безопасным для человека. Тем не менее, люди уже не могут отказаться от электростанций, железных дорог, самолетов и автомобилей. Поэтому, развивая науку и технику, используя различные электромагнитные установки и приборы необходимо минимизировать вредные техногенные воздействия на окружающую среду и знакомить общество с конкретной опасностью электромагнитных излучений и мерами защиты от этой опасности.

Но наш современный мир насыщен различными благами цивилизации и научно-технического прогресса именно благодаря безграничным возможностям ЭМП.

И в своей работе я показала огромные возможности данного вида материи, проявляемые в самых различных областях человеческой жизнедеятельности.

Для более глубокого и осмысленного подхода к данной проблеме я:

- познакомилась с историей открытия и развития теории электромагнитного поля.
- изучила физические основы современной теории ЭМП.
- рассмотрела различные области применения ЭМП.
- познакомилась с результатами воздействия электромагнитных полей на организм человека и другие живые организмы.



- определила наиболее эффективные способы снижения воздействия ЭМП.
- самостоятельно изготовила устройства, являющиеся источниками магнитного или ЭМП, а именно:
  - изготовила катушку Тесла, провела с ней эксперименты (Приложение 1).
  - разработала устройство и собрала установку для определения силы Ампера и последующего расчета индукции магнитного поля различных магнитов.
  - самостоятельно изготовила постоянные магниты с помощью катушки с постоянным током, определила их полюса и другие параметры, используя вышеназванную установку.
  - изготовила устройство, позволяющее наблюдать магнитную левитацию, определила параметры и характеристики данного устройства.
  - провела интересные эксперименты с плазменным шаром.
  - изготовила устройство, позволяющее экранироваться от вредного воздействия электромагнитных полей - камеру Райха и экспериментально проверила ее.
  - познакомилась с принципом электромагнитного экранирования и результатами лечения в Медицинском центре «Добрый доктор» города Краснотурынска.

Работая над темой, мне удалось достичь поставленной цели.

#### Источники информации:

- 1) *Д.Н. Шапиро*. Электромагнитное экранирование. 2010 год.
- 2) *Красногорская Н.В.* Электромагнитные поля в биосфере. Биологическое действие электромагнитных полей. 2011 г.
- 3) *Нейман Л.Р, Демирчян К.С.* Теоретические основы электротехники. Т. И. М.: Высшая школа, 1981.
- 4) *Максвелл Дж. К.* Избранные сочинения по теории электромагнитного поля / Пер с англ. *З.А. Цейтлина*. М.: Гостеориздат, 1952.

## Концентратор рассеянного света

Автор:

ЛАРИОНОВ М. А., МБОУ лицей № 17 г. Кострома

Научный руководитель:

СОРОКИН В. А., учитель физики, МБОУ лицей № 17 г. Кострома

**Цель** – разработка и изготовление концентратора рассеянного света.

### Задачи:

- определить параметры концентрации рассеянных лучей
- анализ систем концентраторов по установленным параметрам
- разработка программы расчета концентратора
- оптимизация параметров концентратора по созданной программе
- изготовление концентратора;
- проведение экспериментов с использованием концентратора;
- анализ результатов экспериментов.

### Описание работы

Для того, чтобы построить расчетную модель концентратора рассеянного света необходимо выделить параметры, от которых зависит количество собираемого света. Данными параметрами являются:

- Площадь собирающей поверхности ( $S$  панели или раствор концентратора), зависимость - прямая пропорциональность.
- Угол сбора (максимальный угол отклонения от оптической оси, при котором лучи будут проходить на заданную площадь). (Рис.1)
- Угол прихода на солнечную панель (коэффициент прихода), зависимость – косинусоидальная (если увеличивать угол прихода к перпендикуляру к панели.) Это происходит потому что при наклоне солнечной панели концентрация солнечных лучей на единицу площади уменьшается по косинусоиду. (Рис. 2) Таким образом, зная максимальный угол прихода, можно вывести коэффициент  $K$ , который показывает воспринимаемость приходящих солнечных лучей. (Рис. 3)

**Определение угла сбора.** При попадании на параболическую поверхность параллельного пучка света, который имеет отклонение от оптической оси на угол альфа, отраженные лучи этого пучка, идущие от крайних точек параболы (в дальнейшем будем называть эти два луча – крайними), будут пересекаться в некоторой точке (в дальнейшем будем называть эту точку точкой “O”), все остальные лучи будут проходить между этой точкой и фокусом параболы. То есть, если поставить солнечную панель одним краем в фокус параболоида, а другим в точке O, то система будет собирать лучи света, которые имеют угол отклонения от оптической оси на альфа или меньше, и угол альфа в этой системе будет углом сбора. (Рис. 4) Таким образом зная, что ширина солнечной панели – 8 мм, можно найти параметры параболоида, при которых угол сбора будет максимальный. (точка O должна находится на окружности радиусом 8 мм с центром в фокусе и быть образована от параллельного пучка света с максимальным углом отклонения). (Рис. 4) Расчет коэффициента прихода для параболоида: Если измерить угол прихода крайних лучей, то получим крайние значения диапазона углов к перпендикуляру для этого пучка света. Таким образом, коэффициент прихода можно найти, рассчитав отношение площади занимаемой графиком косинуса (площадь считается методом интегрирования) при  $x$  принадлежащим диапазону к площади прямоугольника в которого вписана косинусоида. (Рис. 3).

### Значимость и новизна исследования:

Устанавливая солнечные панели на территории России, необходимо брать во внимание то, что количество ясных солнечных дней в году крайне мало, то есть в основном мы будем иметь дело со светом, рассеянным через облака, но при таких условиях солнечные панели вырабатывают значительно меньше электроэнергии, классические системы концентрации также плохо работают на рассеянном свете. Для решения данной проблемы необходимо использовать новый тип концентраторов – концентратор рассеянного света.

Изготовление параболической поверхности. В программе Компас была изготовлена 3D модель параболоида с шириной 40 мм, равной длине солнечной панели. (Рис. 4) В качестве отражающей поверхности применена алюминиевая фольга. Практическую работу установки можно увидеть на Рис. 5.

Итог: По результатам математических исследований было установлено, что при параметрах:  $p = 110\text{мм}$  ( $p/2 = \text{фокус}$ ), растворе = 100мм, параболическая система дает прирост вырабатываемой энергии на 20%, в сравнении с солнечной панелью в идеальных условиях.

### Приложение 1

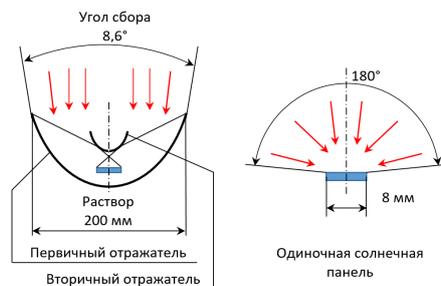


Рис. 1.

### Приложение 2

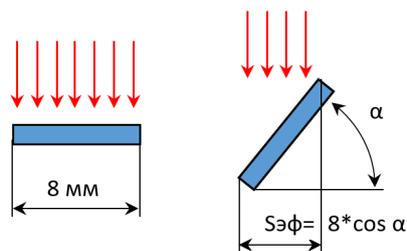


Рис. 2.

### Приложение 3

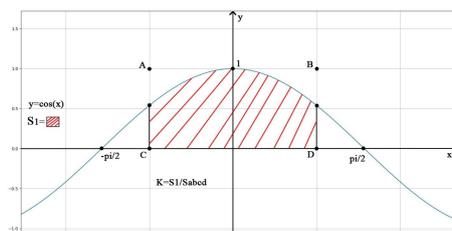


Рис. 3.

### Приложение 4

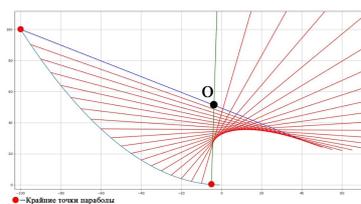


Рис. 4.

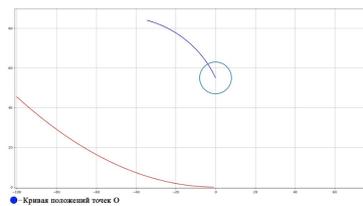


Рис. 5.

### Приложение 5

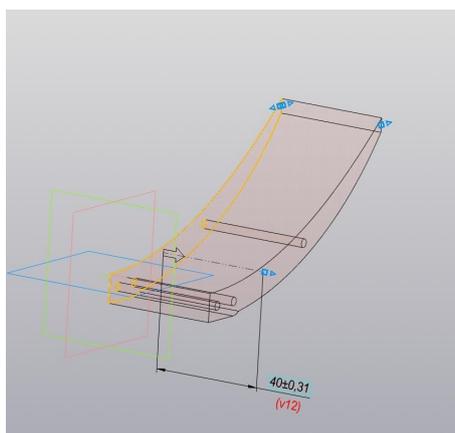


Рис. 6.

### Приложение 6



Рис. 7.

## Процессы расширения газов в тепловой машине

Автор:

ЛЯМЗИНА Анна 7 б класс. Школа: АНОО «Физтех-лицей»  
им. П. Л. Капицы

Научный руководитель:

КУРНОСОВ В. М., руководитель кафедры, учитель физики  
«Физтех-лицей»

**Область исследования:** Физика, термодинамика.

**Предмет исследования:** Тепловая машина.

**Цель исследования:** Исследовать температурные процессы в тепловой машине на базе модели Стирлинга.

**Задачи исследования:**

- 1) Изучить научную литературу о тепловых процессах.
- 2) Доработать экспериментальную модель под цели исследования.
- 3) Исследовать и описать тепловые процессы в экспериментальной модели.
- 4) Сделать выводы о способах увеличения КПД экспериментальной модели.

**Методы исследования:** Работа с источниками информации, анализ, эксперимент, сравнение.

**Актуальность работы:** Создание учебно-лабораторной установки на базе модели Стирлинга, позволяющей снимать показатели тепловых процессов, с учетом влияния изменяемых параметров установки в целях практической подачи учебных материалов в школе, и совершенствования методов освоения обучающимися основ термодинамики.

**Практический этап:**

- 1) **Основные параметры тепловых процессов.** Основными параметрами процессов расширения газов в тепловой машине влияющими на КПД, являются: температура холодильника, температура нагревателя, объемы рабочих камер. Изменяя и комбинирую влияние на эти параметры можно получить изменение мощности тепловой машины.
- 2) **Экспериментальная модель** Двигатель Стирлинга — тепловая машина, в которой рабочее тело, в виде газа или жидкости, движется в замкнутом объёме. Основан на периодическом нагреве и охлаждении рабочего тела, с получением движения от возникающего при этом изменения давления. Может работать от любого источника тепла. В качестве экспериментальной модели взят двигатель  $\alpha$  – Стирлинг с регенератором внутреннего типа в составе поршня «вытеснителя», изготовленный мною в 5-м классе в составе проектной работы «Тепловой двигатель Стирлинга». Выполнена конструктивная доработка модели, в конструкцию внедрены датчики, написан программный код для контроллера по регистрации показаний датчиков.
- 3) **Определение параметров тепловой машины.** Параметры тепловой машины определялись набором датчиков, запрограммированных на контроллере Arduino UNO R3. Температура газовой среды определялась в силовом цилиндре – как минимальная температура теплового процесса, в цилиндре вытеснения – как максимальная температура теплового процесса. Механизм измерения реализован на датчике DS18B20. Давление определялось в силовом цилиндре – как максимальное и минимальное значение, выбранное из массива замеров в ходе установившегося режима работы установки. Механизм измерения реализован на датчике GY-BME280. Рабочий объем определялся как сумма объема постоянной части двигателя + объем диафрагмы силового цилиндра (как объем секции шара) + объем тарированной ёмкости изменяемого объема. Отбор мощности осуществлен посредством измерения силы напряжения у подключаемого двигателя. Подсчет частоты вращения вала выполнен на датчике холла 3144E.

**Оценка результатов, выводы.**

Получена диаграмма «давление-объем» экспериментальной установки. Экспериментально установлено, что КПД теплового двигателя определяет - Разница температур холодильника и тепловой установки; На мощность теплового двигателя также существенно влияет 1) Мертвый объем механизмов теплового двигателя; 2) Размеры силового поршня (ход и диаметр); Рассчитаны значения

параметров теплового двигателя для текущей конструкции. Сделано предположение, что лучшими характеристиками будет обладать  $\gamma$  – Стирлинг.

**Источники информации:**

- 1) <https://ru.wikipedia.org> Тепловые машины;
- 2) *Круглов М.Г.* Двигатели Стирлинга, Машиностроение, 1977;
- 3) *Грэхем Томас Ридер, Чарльз Хупер.* Двигатели Стирлинга, Мир, 1986;
- 4) *Г. Уокер* Машины работающие по циклу Стирлинга. "Энергия 1978.

## Исследование взаимодействия сферических магнитов

Автор:

МАСЛОВ Даниил Дмитриевич, 10 класс; МАОУ “Лицей №38”, Нижний Новгород, Россия

Научный руководитель:

ТУКОВА Н.Б., учитель физики и астрономии

В данной работе рассмотрено интересное явление; взаимодействие вызывающее сцепленное вращение магнитных шариков. Было рассмотрено поле магнитов и проведены эксперименты, позволяющие зафиксировать данные по взаимодействию и его прелюдии, с помощью которых делаются выводы по вращению и явлению в общем. Приведены теоретические предположения по поводу моментно-импульсной основы явления и других отдельных особенностей на основе природы наблюдаемого. По итогу отдельные факты указали на возможную электромагнитную природу важных особенностей.

**Предметом исследования** являются неодимовые магнитные шарики. Движение и взаимодействие магнитных шариков в определённых условиях очень напоминают взаимодействие объектов на просторах космоса. Таким образом исследуя магниты мы занимаемся одновременно двумя делами, что делает тему актуальной.

**Цель** это получение экспериментальных данных, полученные в ходе исследования, а после на их основе описывание движения и взаимодействия магнитных шаров. Достижение поставленных целей требует решения нескольких задач: изучить взаимодействие неподвижных магнитов, проанализировать непосредственно сами данные по вращению, а также проанализировать звук на видеозаписи вращения.

Сначала был рассмотрен казовый вид магнитного поля шаров, используя магнитную жидкость и светодиодную ленту в качестве подсветки [рис.1 и рис.2].

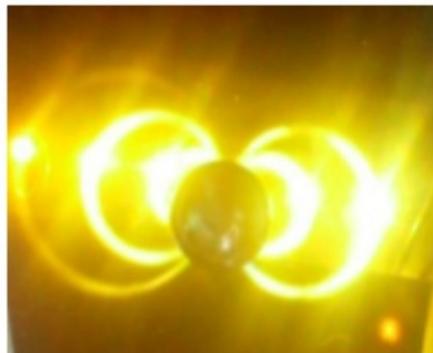


Рис.1 Казовое поле одного шарика

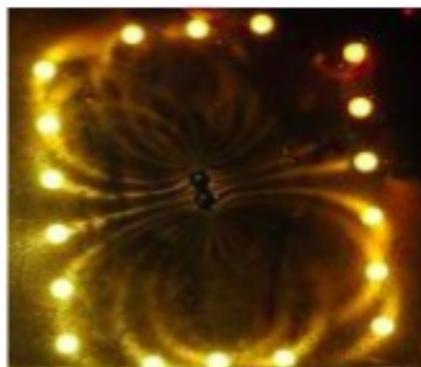


Рис.2 Казовое поле сцепленных шариков

Вид поля шариков похож на поле плоского магнита, а намагниченность является аксиальной.

Далее используя линейку, нитки и камеру [рис.3 и рис.4], узнали, что в отсутствие горизонтальных сил кроме магнитной, соответственное расположение полюсов наших магнитов формируется, когда расстояние достигает 33-34 сантиметров [рис. 4], видимое смещение из вертикального положения на расстоянии 23-24 сантиметров [рис. 3], а активное сближение при 16-17 сантиметрах.



Рис.3 Горизонтальное смещение



Рис.4 Взаимное расположение полюсов

Для выполнения главной части работы, заключающейся в исследовании непосредственно вращения шаров, были выбраны 3 пары магнитов: две пары одинаковых по массе, размерам и намагниченности, и одна пара разных. Использовалась видеокамера с частотой съемки: 240 кадров/с. Камеру фиксировалась и снимался видеоматериал: вращение магнитов, скатываемых с одинаковой высоты на гладкую поверхность по немагнитным желобам. Сделав раскадровку видеозаписи, сравнивая кадры и отмечая возвращение шариков в исходное положение, по кадрам находилось время полного оборота, частота вращения и угол прецессии оси при вращении.

Для осуществления фиксируемого взаимодействия шарики скатывались с одной высоты, а наклонные плоскости имели одинаковый угол наклона и одинаковую длину.

Стоит заметить, что основной причиной наблюдаемого взаимодействия является закон сохранения момента импульса, а главной особенностью всех вращений шариков вокруг оси является резкое торможение системы шаров, а точнее: резкое прекращение вращения [рис.5, рис.6]. Точное объяснение этого явления получить не удалось, однако, так как силой трения магнита из-за использования гладкой поверхности и явления трения качения можно пренебречь, то можно предположить, что тормозящие силы имеют магнитную природу.

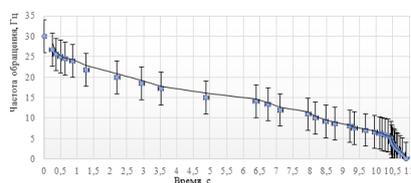


Рис.5 Теоретическая зависимость частоты вращения магнитов диаметром  $d = 2\text{см}$  и  $d = 1,5\text{см}$  от времени

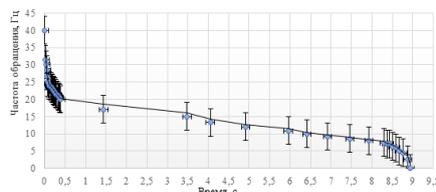


Рис.6 Теоретическая зависимость частоты вращения магнитов диаметром  $d = 2\text{см}$  от времени

На камере зафиксировано, что наиболее резкое торможение системы происходит в среднем в последние 0.225 с. Тогда частота падает с 6 Гц до 0 Гц. Пожалуй, самое медленное падение частоты отмечается при взаимодействии шаров диаметром 2 и 1,5см, то есть шаров разных линейных размеров [рис.6].

Также была проанализированы аудиодорожки видеозаписей с разными парами шаров и получены спектральные картины [рис.7 и рис.8]. Спектральный анализ позволил увидеть звукозаписи несколько закономерностей. Например, видно, что на промежутке времени, который совпадает с концом вращения шариков происходит резкий обрыв.

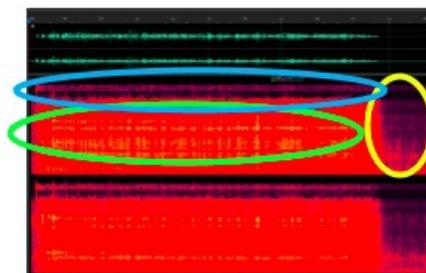


Рис.7 Спектральная картина взаимодействия шариков диаметром 0.5 см

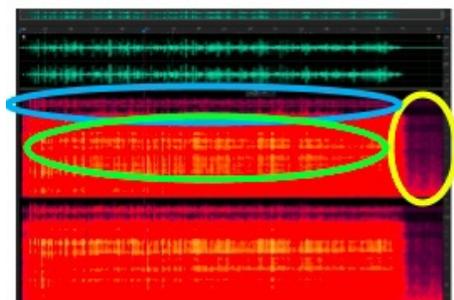


Рис.8 Спектральная картина взаимодействия шариков диаметром 2 см

Также в процессе исследования было замечено, что ось вращения шариков прецессирует. Угол ее прецессии можно, сравнивая кадры видеозаписи (способом наложения кадров вращения магнитов друг на друга). При этом угол в процессе вращения сначала уменьшается, а потом увеличивается пока не достигнет своего апогея, после чего происходит остановка вращения [рис. 9]. Этот феномен также может быть одним из факторов, способствующих резкому торможению системы.

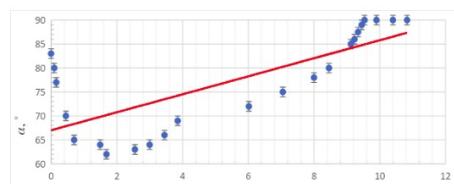


Рис.9 Зависимость угла прецессии шариков диаметром 2 см от времени

В результате дополнительных экспериментов, заключающихся в использовании идентичных магнитов, но поочередного изменения других параметров установки, выяснен также ряд интересных особенностей:

- 1) Если скорость достаточно мала, а столкновение идёт одноимёнными полюсами, то шарики могут остановиться на 0,01 секунды на некотором расстоянии друг от друга, а вращение в дальнейшем совершать за счёт поворота для соединения разноимёнными полюсами.
- 2) Если вращение шарика при качении происходит относительно физической оси магнита, то велика вероятность того, что в конце пути он начнёт скользить, но само вращение продолжится в том числе и при контактном взаимодействии с другим магнитом.
- 3) При столкновении у шариков появляется угловая скорость около физической оси, сопровождающаяся звуковыми колебаниями на частотах от 12 до 17 кГц.

Таким образом при конкретных изменениях определённых условий нашей установки мы можем получать самые разные результаты. Само явление уникально и имеет множество индивидуальных особенностей. Природа явления, левитация шариков, их подпрыгивание при вращении, резкое торможение, прецессия, звуковые изменения и описание самых необычных траекторий – всё это фиксируется простой высокочастотной видеокамерой.

#### Источники информации:

- 1) Учебник физики 2017 года “Физика. 10 кл. Углубленный уровень”, издательство “Просвещение”, авторы *Кабардин О. Ф., Орлов В. А., Эвенчик Э. Е. и др.* / Под ред. *Пинского А. А., Кабардина О. Ф.*

- 2) Учебная литература 2015 года “Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях”, издательство “Прометей”, автор *Попов Николай Александрович*
- 3) Электроника для начинающих: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 480 с.: ил. — (Электроника) Автор: *Чарльз Платт*
- 4) Электроника: логические микросхемы, усилители и датчики для начинающих. Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. — 448 с.: ил. — (Электроника) Автор: *Чарльз Платт*
- 5) *Б. М. Яворский и Детлаф А. А.* Справочник по физике М., 1977 г., 944 стр. с илл. Редактор *Л. П. Русакова*, Техн. Редактор *С. Я. Шкляр*, Корректоры *Т. С. Вайсберг*, *Т. С. Плетнева*, *В. П. Сорокина*
- 6) Паспортные данные магнитов. [Ссылка](#)
- 7) Данные о свойствах неодима. [Ссылка](#)
- 8) Физика гироскопов. [Ссылка](#)
- 9) Составление электрических схем. [Ссылка](#)
- 10) Упругие свойства материалов. [Ссылка](#)
- 11) Гипотеза Кирпичёва-Кика. [Ссылка](#)
- 12) Теория дробления. [Ссылка](#)
- 13) Идея исследования. [Ссылка](#)

## Катушка Тесла

Автор:

МАХМУДОВ Вадим, МБОУ СОШ № 7 г. Бирска Республика Башкортостан, 8 класс

Научный руководитель:

ДУЛОВА Ирина Евгеньевна, учитель физики МБОУ СОШ № 7 г. Бирска Республика Башкортостан

**Актуальность:** Электричество играет важную роль в быту современного человека. Каждый из нас пользуется электроприборами: бытовой техникой, банкоматами, компьютерами — все эти и многие другие привычные каждому вещи, облегчающие нашу жизнь, не способны функционировать без электричества. При этом количество электроприборов, окружающих нас, не становится меньше, оно постоянно увеличивается из года в год.

Катушка Тесла представляет собой высокочастотный резонансный трансформатор без ферромагнитного сердечника, с помощью которого можно получить высокое напряжение на вторичной обмотке. Это трансформатор, который способен усиливать электроэнергию до миллионов киловольт, образуя в воздухе разряды молний.

**Цель:** Изучить принцип действия катушки Тесла и изготовить катушку самостоятельно.

### Задачи:

- 1) Изучить принцип работы катушки Тесла;
- 2) Изучить историю жизни и деятельности Николая Тесла;
- 3) Выяснить область применения катушки Тесла сегодня;
- 4) Попробовать изготовить и проверить в действии катушку Тесла.

Никола Тесла – сербский инженер и физик, автор множества достижений в областях электро- и радиотехники. Его считают одним из наиболее талантливых и востребованных ученых того времени, изобретателем устройств, работающих на переменном токе, а также человеком, который помог осуществить второй этап знаменитой промышленной революции в Европе. С его именем связано изобретение высокочастотных генераторов, которые подтолкнули промышленность на несколько шагов вперед, а также усовершенствование трансформатором индукторного типа. К слову, Ниагарская ГЭС, построенная в 1895 году, была частично разработана Николаем Тесла. На схеме представлен простейший вариант катушки Тесла типа АССТС. Принцип действия катушки Тесла основан на явлении резонанса двух индуктивно связанных колебательных контуров. Первичный колебательный контур состоит из конденсатора  $C_1$ , первичной обмотки  $L_1$ , и коммутируется разрядником, в результате чего образуется замкнутый контур. Вторичный колебательный контур образован вторичной обмоткой  $L_2$  и конденсатором  $C_2$ , нижний конец обмотки обязательно заземляется. Тесла основана на использовании резонансных стоячих электромагнитных волн в катушках. Её первичная обмотка содержит небольшое число витков и является частью искрового колебательного контура, включающего в себя также конденсатор и искровой промежуток. Вторичной обмоткой служит прямая катушка провода. При совпадении частоты колебаний колебательного контура первичной обмотки с частотой одного из собственных колебаний (стоячих волн) вторичной обмотки вследствие явления резонанса во вторичной обмотке возникнет стоячая электромагнитная волна и между концами катушки появится высокое переменное напряжение. Работу резонансного трансформатора можно объяснить на примере обыкновенных качелей. Если их раскачивать в режиме принудительных колебаний, то максимально достигаемая амплитуда будет пропорциональна прикладываемому усилию. Если раскачивать в режиме свободных колебаний, то при тех же усилиях максимальная амплитуда вырастает многократно. Так и с трансформатором Тесла — в роли качелей выступает вторичный колебательный контур, а в роли прикладываемого усилия — генератор. Их согласованность («подталкивание» строго в нужные моменты времени) обеспечивает первичный контур или задающий генератор. Для чего нужна в наши дни, эта катушка? Основное назначение в настоящем времени – это создание визуальных эффектов, желание произвести впечатление и проверить суть теории Николая Теслы. Часто эксперименты проводятся физиками или преподавателями для обучения студентов. В конце 20 века катушки применяли для лечения и оздоровления больных, так как считалось, что небольшие разряды тока поднимают тонус кожи, улучшают иммунитет. Катушка

Тесла применяется в военной технике для оперативного уничтожения электронной техники, в здании, на корабле, в танке. При этом на короткий промежуток времени создаётся мощный импульс электромагнитных волн. В результате в радиусе нескольких десятков метров сгорают транзисторы, микросхемы и другие электронные компоненты. Иногда такой трансформатор применяется для розжига газоразрядных ламп. Эффекты катушки Тесла иногда используют в съёмках фильмов, компьютерных играх. Их внешний вид буквально завораживает, и во многих случаях трансформатор применяется в качестве декоративного изделия. Как правило, этому устройству отводится познавательная и эстетическая роль. Своё изготовление катушки тесла я начал с поисков чертежей и материалов в интернете. Благодаря этому поиску я в деталях понял, что такое катушка Тесла и её принцип действия. Затем я выбрал из множества чертежей, тот самый, который подойдёт именно мне. Практическое изготовление катушки я начал с добывания медной проволоки из старого двигателя от стиральной машины. Затем я в течение недели продолжал искать материалы для катушки Тесла. Я обрезал кусок ламината из дедушкиного гаража, откуда был взят мотор для проволоки, там же взял часть трубки ПВХ. После пары часов работы руками я получил 2 катушки. Следующим шагом стала сборка всей конструкции. Я взял: пару проводов, резистор на 22кОм, кусок ламината, как основу, выключатель и самое главное – транзистор КТ817. Коннектор кроны я сделал сам из старой, не рабочей кроны. В итоге, я получил такую конструкцию. Но она не заработала по причине моей не грамотности, и я это признаю. Я решил обратиться к профессионалу. А именно к местному телемастеру. И ещё мне пришлось сидеть и экспериментировать с первичной обмоткой. Я подбирал подходящее количество витков первичной обмотки, а также в ту ли сторону я мотал. Вот так выглядела эта конструкция после учёта всех ошибок. Вот что получилось! Я доволен результатом своей работы.

#### **Вывод**

Благодаря этому проекту я узнал много нового. К примеру: принцип действия катушки тесла, принцип действия транзистора и резистора и т.д. Также я самостоятельно (с помощью интернета) смог сделать катушку тесла своими руками. Я считаю, что я хорошо поработал и успешно выполнил проектную работу, теперь можно двигаться дальше. Мне очень понравился сам процесс работы. И я уже задумываюсь о следующем проекте.

#### **Источники информации:**

- 1) <https://katushkamishina.ru/tehnologiya/kak-izgotovit-katushku-tesla>
- 2) [https://yandex.ru/video/preview/?text=%20%20%20%20&path=wizard&parent-reqid=1608488088715154-1040992312242920920500112-production-app-host-man-web-yp-92&wiz\\_type=vital&filmId=4574901597708301907](https://yandex.ru/video/preview/?text=%20%20%20%20&path=wizard&parent-reqid=1608488088715154-1040992312242920920500112-production-app-host-man-web-yp-92&wiz_type=vital&filmId=4574901597708301907)
- 3) <https://www.youtube.com/watch?v=JoP6q5gGReo>
- 4) <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
- 5) <https://principraboty.ru/princip-raboty-katushki-tesla-kak-rabotaet-katushka-induktivnosti/>

## Изучение зависимости прочности тонкой перфорированной бумаги от ширины захвата при растяжении

Автор:

МЕРЗЛЯКОВ Арсений Денисович, МБОУ «ФМЛ №31 г. Челябинска», 9 класс

Научный руководитель:

СУХОВА Ольга Радиевна, учитель физики МБОУ «ФМЛ №31 г. Челябинска

**Цель исследования:** получение зависимости прочностных характеристик тонкой перфорированной бумаги от ширины захвата при статическом растяжении.

**Задачи:**

- 1) изучение информации по вопросу определения прочностных характеристик тонкой перфорированной и неперфорированной бумаги;
- 2) создание установки для определения разрушающего усилия и максимальной прочности при растяжении тонкой бумаги по линии перфорации;
- 3) исследование зависимости разрушающего усилия и максимальной прочности при растяжении от ширины захвата;
- 4) исследование зависимости теоретического коэффициента концентрации напряжений от ширины захвата;
- 5) расчёт разрывной длины.

**Научная новизна** исследования заключается в определении зависимости максимальной прочности при растяжении от ширины захвата и в выяснении качественной зависимости теоретического коэффициента концентрации напряжений тонкой перфорированной бумаги от геометрии образца, влажности и количества линий перфораций.

**Практическая значимость** исследования заключается в расчёте разрывной длины перфорированной и неперфорированной двухслойной бумаги Zewa плотностью 18 г/м<sup>2</sup>.

**Описание работы.** Использовалась следующая экспериментальная установка (рис.1). На полке закрепили верхнюю часть туалетной бумаги с помощью поверхности, покрывающей всю ширину бумаги. Сверху поместили фиксирующий груз. Снизу к вертикально висящей бумаге подвесили экспериментальный груз отрыва. Груз присоединяется с помощью фиксирующего устройства, которое представляет собой 2 дощечки определённой площади, фиксатор. Сам отрыв происходит постепенно. Для каждой ширины захвата проводилось не менее 7 экспериментов, результаты которых усреднялись. Дощечки вырезались на лазерном станке VA-4 в диапазоне от 25 до 95 мм с экспериментально определённой точностью 0,5 мм (при указанной 0,01 мм).

**Исследование зависимости разрушающего усилия и максимальной прочности при растяжении от ширины захвата.** Разрушающее усилие - максимальная сила, выдерживаемая образцом до разрушения в условиях статической нагрузки. Максимальная прочность при растяжении – разрушающее усилие на единицу ширины захвата. Проведено 3 однофакторных эксперимента: а) базовый – эксперимент на 2 сегментах влажной бумаги; б) первый – эксперимент на 5 сегментах влажной бумаги; в) второй – эксперимент на 2 сегментах сухой бумаги. Чем меньше ширина захвата, тем больше прочность при растяжении, зависимость степенная (рис.3). Влажность и количество линий перфорации не влияют на степень зависимости. Абсолютное значение прочности при растяжении увеличивается, если уменьшается количество линий перфорации. Влажность испытуемой бумаги слабо влияет на прочность при растяжении.

**Исследование зависимости теоретического коэффициента концентрации напряжений от ширины захвата.** Для нахождения теоретического коэффициента концентрации напряжений находили номинальное, среднее и максимальное напряжения (рис.2). Теоретический коэффициент концентрации напряжений – коэффициент, характеризующий неоднородность поля напряжений, для эллиптического отверстия находится по формуле  $\alpha\sigma = \max_{\text{ном}} = \sigma(1+2LR)_{\text{ном}}$ , где  $\max$  – максимальное напряжение [Па],  $\sigma = F/d$  (где  $d$  – среднее напряжение [Па],  $F$  – разрушающее усилие,  $l$  –

ширина захвата,  $d$  – толщина бумаги),  $L$  – полудлина трещины [м],  $R$  – радиус кривизны кончика трещины [м],  $\sigma_0$  – номинальное напряжение [Па]. С увеличением ширины захвата теоретический коэффициент концентрации напряжений уменьшается, зависимость степенная, степень меняется (рис.4). Чем меньше сегментов перфорированной бумаги участвует в эксперименте, тем больше теоретический коэффициент концентрации напряжений. На влажной бумаге чем больше влажность бумаги, тем больше теоретический коэффициент концентрации напряжений.

**Расчёт разрывной длины перфорированной и неперфорированной бумаги.** Разрывная длина показывает сколько метров материал выдерживает до разрыва под собственным весом. Рассчитывается по формуле  $L_p = F/Qg = Fg_1/bg$ , где  $L_p$  – разрывная длина [м],  $F$  – разрушающее усилие [Н];  $Q$ ,  $l$  и  $b$  – масса [кг], длина [м] и ширина [м] образца между зажимами;  $g_1$  – масса 1 м<sup>2</sup> материала [кг],  $g$  – ускорение свободного падения [Н/кг]. Чем больше линий перфораций содержит бумага, тем меньше разрывная длина. На более влажной бумаге разрывная длина больше (рис.5).

**Итоги исследования.** Геометрия образца влияет на концентрацию напряжений: уменьшение ширины захвата, то есть уменьшение одного из оснований трапецевидного образца, приводит к увеличению теоретического коэффициента концентрации напряжений, увеличению прочности и уменьшению разрушающего усилия. Выявлено, что с увеличением количества сегментов перфорированной бумаги её прочностные характеристики уменьшаются.

#### Источники информации:

- 1) Пурьшьева Н. С., Вазжеевская Н. Е., Исаев Д. А. Физика. Базовый уровень. 10 класс: методическое пособие — М.: Дрофа, 2016. — 140, [1]с. : ил.
- 2) Перфорированные материалы в строительстве [электронный ресурс] / Facades alukom.- Режим доступа: [Ссылка](#), свободный.- Загл. с экрана
- 3) ГОСТ Р ИСО. 12626-12-2017. Тонкая бумага и изделия из неё. Часть 12. Определение прочности при растяжении по линии перфорации. Расчёт эффективности перфорации М.: Стандартинформ, 2017. - 16с
- 4) ГОСТ ИСО. 1924-1-96. - Бумага и картон. Определение прочности при растяжении. Часть 1. Метод нагружения с постоянной скоростью. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. - 12с
- 5) Бабичев А.П., Бабушкина А.Н, Братковский А.М. Физические величины: Справочник - М.: Энергоатомиздат, 1991.- 1232 с.
- 6) Концентрация напряжений и контактные напряжения [электронный ресурс] / Soprotmat.ru.- Режим доступа: [Ссылка](#), свободный.- Загл. с экрана
- 7) Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. - М. : Наука, 1967. - 552 с.
- 8) Берендеев Н. Н. Проведение виртуального эксперимента по растяжению образцов металлов.- Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет, 2020.– 37с.

#### Приложение

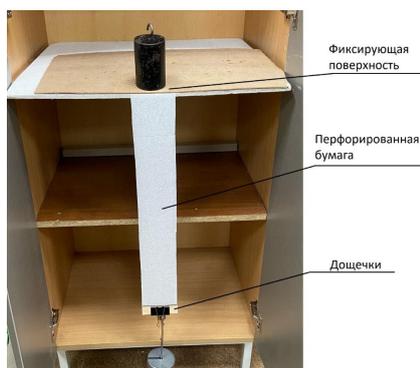


Рис. 1 Конструкция

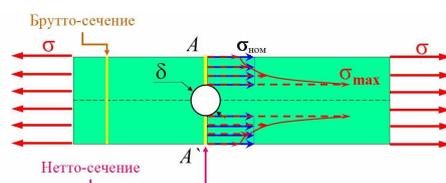


Рис.2 Поле напряжений

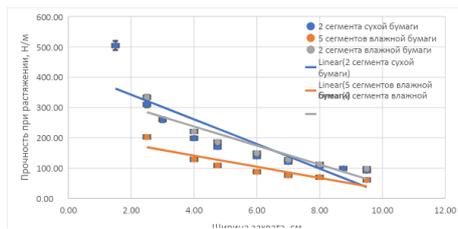


Рис.3 График зависимости прочности при растяжении от ширины захвата

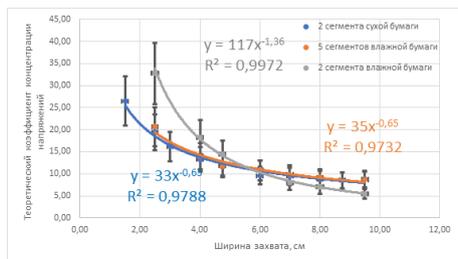


Рис.4 График зависимости теоретического коэффициента концентрации напряжений от ширины захвата

Вид сегментов	Разрывная длина, м
5 сегментов влажные	300 ± 10
2 сегмента влажные	545 ± 20
2 сегмента сухие	508 ± 10
Без перфорации	1200 ± 30

Рис.5 Результаты измерения разрывной длины

## Задачи о взаимодействии тел при столкновении

Автор:

МИХАЛЬЦОВА Ирина Алексеевна, 10 класс физико-математического профиля МБОУ «Лицей «ФТШ», г. Обнинск Калужской области

Научный руководитель:

ШИТКОВ Юрий Юрьевич, учитель физики МБОУ «Лицей «ФТШ», г. Обнинск Калужской области

**Проблема исследования:** Выявление закономерностей при столкновении тел в разных ситуациях.

**Цели исследования:** Вывести общие формулы для идеальных ситуаций, которые описывают поведение тел при столкновении.

**Задачи исследования:**

- 1) Теоретически вывести искомую формулу, выразив все величины через некоторые заданные.
- 2) Провести эксперимент (где это возможно) и сравнить полученные результаты.
- 3) Сделать наглядное представление результатов (графики, таблицы).
- 4) Сравнить теоретические и практические результаты и сделать выводы.

**Объекты и предметы исследования:**

В данной работе будут рассмотрены следующие взаимодействия:

- 1) Столкновение двух плит (опыт проведен с падающей каплей воды по причине сходства поведения тел после столкновения)
- 2) Столкновение падающих шаров (опыт проведен два раза с разными предметами – теннисным и футбольным мячом, теннисным и баскетбольным мячом)
- 3) Столкновение бильярдных шаров

**Методы исследования:** В данной работе использованы теоретические, эмпирические и математические методы в разных задачах.

**Значимость работы:** На основании анализа полученных формул можно заметить интересные факты, которые впоследствии могут быть использованы в практических целях.

В первой задаче рассмотрена задача о столкновении двух плит изучено возникновение кумулятивного эффекта. Получено выражение для скорости кумулятивной струи:

$$u + v' = \frac{v}{\sin \alpha} + \frac{v}{\tan \alpha} = \frac{v}{\tan \alpha \sin \alpha}$$

Получен график зависимости отношения скорости кумулятивной струи к скорости схлопывания плит (График. 1).

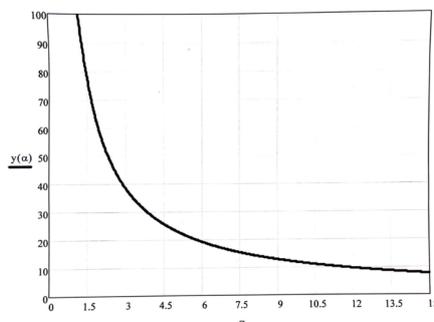


График.1

Решена задача о падении нескольких тел. Получено выражение для скорости верхнего тела после отскока:  $\frac{v_n}{v} = 2^{n+1} - 1$

Проведен эксперимент с двумя мячиками – теннисным и футбольным. Получены опытные результаты, позволяющие рассчитать скорость отскока теннисного мяча. (Таблица 1)

СООТНОШЕНИЕ МАСС	ИСХОДНАЯ СКОРОСТЬ, м/с	СКОРОСТЬ, м/с	НАЧАЛЬНАЯ ВЫСОТА, м	ВЫСОТА, м
7	0	4,2	1	3,2
		6,6	2	6,5
4,0		1	5	
6,3		2	7,8	

Таблица 1

Решена задача «Одномерный бильярд»: «...легкий шар массы  $m$  расположен между стенкой и тяжелым шаром  $M$ . Шары могут двигаться только в одном измерении: либо к стенке, либо от нее. Тяжелый шар толкнули к стенке. Сколько соударений между шарами произойдет в этой системе?..» Представленное решение отличное от авторского. Получена зависимость максимального числа столкновений в системе от отношения масс шаров:

$$N = 1 + \frac{\pi}{2 \operatorname{Arctan} \left( \frac{2\sqrt{k}}{k-1} \right)}$$

Можно отметить очень слабый рост числа соударений с ростом отношения масс. Например, если отношение масс шаров равно 1, то число соударений равно 2.

Это же число соударений сохранится до тех пор, пока тяжелый шар не станет в 6 раз тяжелее легкого. При отношении масс шаров равном 100, мы получим 8 соударений в системе, при отношении масс 1000000, получаем 786 соударений. (Графики 2-4).

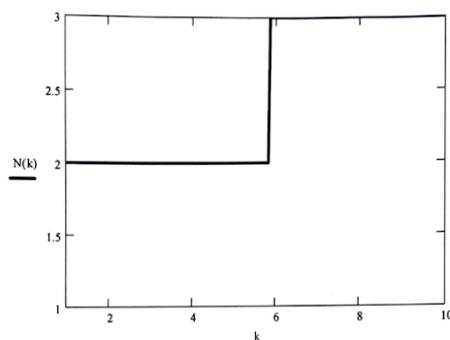


График.2

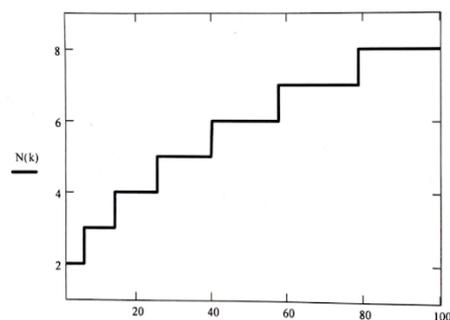


График.3

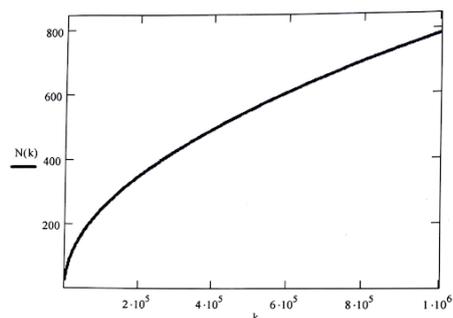


График.4

Важно отметить, что по сравнению с решением, приведённым на сайте, наше, хотя и выглядит более громоздко, позволяет дать ответы на такие дополнительные вопросы как:

- 1) Если задано расстояние от легкого шара до стенки и начальная скорость тяжелого, определить суммарное время всех соударений.
- 2) Определить скорость каждого шара после любого соударения.

Видна ближайшая перспектива развития данной работы: по аналогии вывести формулы, описывающие поведение тел при столкновении, но с учетом неидеальных условий. То есть, с учетом невозможности применения ЗСЭ и ЗСИ из-за неупругих ударов и учета масс тел. Актуальность и практическая значимость моего исследования состоит в выявлении интересных закономерностей, фактов и формул, которые при дальнейшем совершенствовании могут быть использованы в практических целях.

- 1) *Евграфова Н. Н., Каган В.Л.* Курс физики. М.: «Высшая школа», 1984 г., стр 486.
- 2) *Ильин В. И./Механика Ньютона – основа единой физики – М.: Т – Око, 1992*
- 3) *Зисман Г. А., О. М. Тодес.* Курс общей физики/К.: Днипро, 1994.Т.1 Майер В. В.
- 4) Кумулятивный эффект в простых опытах – М.: Наука. Гл. ред. физ- мат.лит.,1989.- 192с.
- 5) *Селезнев Ю. Л.* Основы элементарной физики. Издательство «Наука», 1974 г. 543.
- 6) *Мякишев Г.Я.* Учебник физики Т.1 Механика.
- 7) Под ред. *Г. Н. Яковлева,* Пособие по математике для поступающих в вузы. - М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит., 1988г.
- 8) [www.elementy.ru](http://www.elementy.ru) – сайт при поддержке фонда «Династия» Дмитрия Зимины
- 9) *Дьяконов В.П.* Mathcad 8-12 для всех. М.: СОЛЮН-Пресс, 2005

## Применение методов компьютерной оптимизации для изучения свойств акустических метаматериалов

Автор:

МУНИЛОВ Иван Ильич, ГАОУ Школа №548 «Царицыно»,  
10 класс

Научный руководитель:

БАКУН Алексей Дмитриевич, учитель физики ГАОУ  
Школа №548 «Царицыно»

### Цель исследования:

- Создать компьютерную модель метаматериала, предназначенного для взаимодействия со звуковыми волнами
- Изучить свойства данного метаматериала с помощью разработанной физической модели (в специальной программе)
- Написать подходящий алгоритм оптимизации геометрической структуры материала для фильтрации звука заданной частоты

### Актуальность задачи.

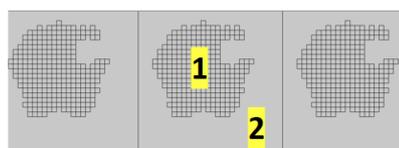
Метаматериалы — это искусственно созданные материалы, предназначенные для взаимодействия с различными типами волн, имеющие особую структуру, за счет которой могут быть достигнуты свойства, недоступные для природных материалов. Акустические метаматериалы могут оказывать различное влияние на упругие волны в веществе. К примеру, материал может эффективно блокировать звуковые волны определенной частоты или менять направление их распространения. Это может, например, быть использовано для звукоизоляции, экранировки (или же блокировки) от сейсмических волн, для создания акустических диодов. Благодаря физическому моделированию стало возможно изучать свойства различных метаматериалов с высокой скоростью и точностью, искать наилучшие конфигурации геометрической структуры с помощью различных оптимизационных алгоритмов.

### Методы решения задачи.

В качестве метода исследования выступает компьютерное моделирование в специализированной среде, а также использование созданной компьютерной программы. Используемое оборудование: ПК с установленной программой COMSOL Multiphysics 5.5

### Анализ полученных результатов.

В ходе работы был создан алгоритм оптимизации структуры метаматериала. Данный алгоритм основан на эволюционном методе: он случайно видоизменяет одну геометрическую структуру некоторое количество раз и проверяет каждый получившийся вариант с помощью физического моделирования, после чего выбирает структуру, которая лучше всего справляется с задачей. Дальше действия повторяются необходимое количество раз. Далее для демонстрации работоспособности алгоритма была сделана попытка поиска метаматериала, блокирующего звук частотой 600кГц. Физическая модель материала представлена в двухмерном пространстве, в качестве повторяющейся структуры используются квадратные ячейки (каждая ячейка имеет сторону 0.5мм - порядка длины волны звука) с некоторым вкраплением твердого материала в каждой (для примера был взят пластик ABS, что позволяет использовать возможности аддитивного производства для создания подобных структур); каждое вкрапление пластика приближенно представлено двухмерным массивом пикселей (для дискретизации модели). Геометрическая структура найденного метаматериала представлена на следующих рисунках.



1 - Пластик ABS  
2 - Воздух при н. у.

Рисунок 1 - Геометрическая структура метаматериала с описанием использованных материалов при расчете

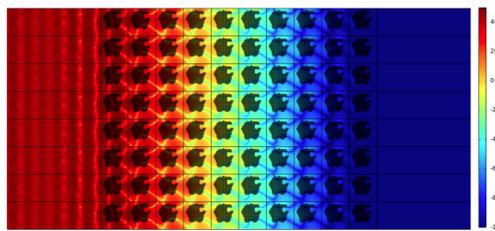


Рисунок 2 - Цветовая диаграмма, показывающая уровень звукового давления (дБ) в материале при прохождении через него звука частотой 600кГц слева направо

Расчет распространения звука через слой данного метаматериала толщиной 10 ячеек показывает снижение уровня звукового давления за ним на 157,3дБ, тогда как при прохождении звука через аналогичный слой сплошного пластика результат вычислений показывает снижение на 74,9дБ. Графики ниже показывают, как проходит через слой метаматериала звук с другими частотами. Можно заметить, что лучше всего блокируются именно частоты вблизи заданной. Это говорит об успешной работе оптимизационного алгоритма. Результат показывает, что с помощью алгоритма оптимизации возможно подобрать структуру акустического метаматериала, предназначенного для блокировки звуковых волн определенной частоты.

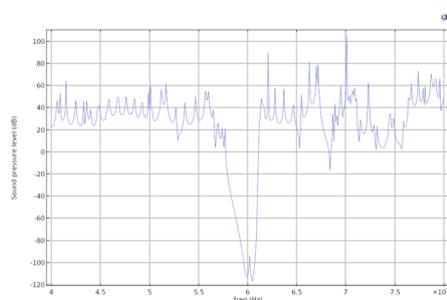


Рисунок 3 - График зависимости уровня звукового давления (дБ) за слоем материала (относительно источника звука) от частоты; звук проходит слева направо (отн. Рис. 1)

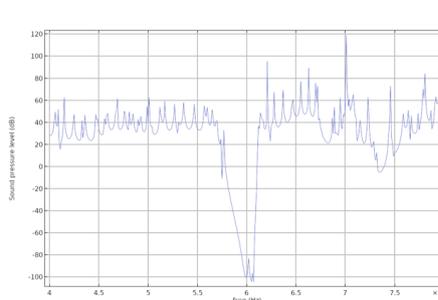


Рисунок 4 - График зависимости уровня звукового давления (дБ) за слоем материала (относительно источника звука) от частоты; звук проходит справа налево (отн. Рис 1)

В будущем данный алгоритм будет применен для моделирования метаматериалов с другими свойствами и назначениями.

### Источники информации:

- 1) Haberman M. R. and Norris A.M. // Acoustics Today. – 2016. – V. 12. – No. 3. – P. 31–39
- 2) Фисанов В.В. Эффективные параметры акустических метаматериалов // Известия вузов. Физика. 2018. Т. 61, № 6. С. 114-118.
- 3) Бобровницкий Ю.И., Томиллина Т. М. Поглощение звука и метаматериалы (Обзор) // Акустический журнал, 64, 5, с. 517-525 (2018)
- 4) Sonic Crystal < Ссылка > // COMSOL Application Gallery
- 5) Walter Frei Как создавать рандомизированную геометрию с использованием макросов < Ссылка > 05/06/2017
- 6) Automating Your Modeling Workflow with Model Methods in COMSOL < Ссылка > // COMSOL VIDEO GALLERY
- 7) Иванов И. Фофоника открывает новые возможности для управления звуком и тепловыми потоками < Ссылка > 29.11.2013
- 8) PatientZero Эволюционные вычисления: учим табуретку ходить < Ссылка > 27.10.2017
- 9) Plastic Material's acoustic properties < Ссылка >
- 10) Введение в COMSOL Multiphysics < Ссылка >
- 11) COMSOL Multiphysics Programming Reference Manual < Ссылка >

## Влияние температуры на ударную вязкость металлов

Автор:	НОВОСЕЛОВ Александр Сергеевич, МАОУ гимназия 21 г. Тюмень
Научный руководитель:	ВЕПРЕВА Татьяна Николаевна, МАОУ гимназия 21 г. Тюмень, учитель физики
Научный руководитель:	НОВОСЕЛОВ Сергей Владимирович, к.т.н.
Научный руководитель:	ИССАЕВ С.С., заведующий лабораторией

### Введение

Целью данного проекта является определение степени влияния температуры на ударную вязкость металлов.

В ходе проекта были поставлены задачи, которые в дальнейшем были выполнены.

Исследовательская работа является актуальной, так как сейчас сильно развивается инфраструктура городов в России и мире и в каждой стране разные климатические условия. Как известно, в основу каркаса и фундамента построек, металлических труб, военной техники и так далее входит металл и, если воздействовать на него с большой силой, то есть вероятность его повреждения. Температура окружающей среды может иметь прямое влияние на механические характеристики металла, поэтому их нужно знать и как они изменяются в зависимости от погодных условий для недопущения необратимых последствий.

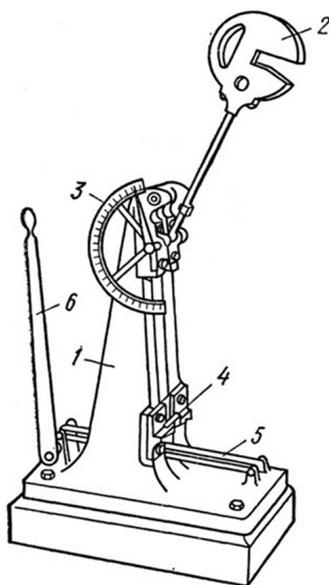
Для исследования были взяты 3 марки стали. Каждой марки стали было по 2 бруска: 2 бруска марки СТ20, 2 бруска марки 10Г2ФБЮ и 2 бруска 09Г2С.

### Часть 1. Теория

Испытание проходило при помощи маятникового копра.

Маятниковый копер — прибор, с помощью которого проводятся лабораторные испытания материалов на ударную вязкость.

Его главная рабочая часть — массивный маятник с ножом, который качается в подшипниках, зафиксированных на станине. Его возводят в исходное положение и фиксируют храповым устройством или специальной защелкой. После того как испытуемый образец устанавливается на опоры, маятник освобождается и, падая, разрушает его (фото номер 1 и 2).



Фотография 1



Фотография 2

Ударная вязкость — способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформации и разрушения под действием ударной нагрузки. Определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{A_n}{F},$$

где  $A_n$  — работа удара, затраченная на излом образца,  $F$ —площадь поперечного сечения образца в месте надреза до испытания,  $\alpha$ —показатель ударной вязкости.

### Часть 2. Практика

Перед тем, как начать испытание образцов, мне пришлось 3 из них охладить. Охлаждение произошло с помощью жидкого азота. Для начала в специальную тару было налито 250 см<sup>3</sup> жидкого азота. Далее образцы располагались в жидком азоте, закрыл крышку и продержал их там 100 секунд, после чего измерялась температура образцов с помощью лазерного (бесконтактного) термометра (фото 3 и 4). Когда процесс охлаждения был завершён, происходило испытание холодных образцов.



Фотография 3



Фотография 4

После этого началось испытание остальных образцов. Образцы находились в одном помещении, их температура была одинаковой ( $20,5^{\circ}\text{C}$ ). Пройдя процедуру измерения температуры, образцы подверглись испытанию с помощью маятникового копра.

Как мы видим, амплитуда температур не велика ( $42,2^{\circ}\text{C}$ ), но ударная вязкость в некоторых образцах отличается более чем в 2 раза. Отсюда вывод, что при понижении температуры металлы становятся более ломкими. При повышении, соответственно, пластичнее.

### **Заключение**

Мой эксперимент показал, что ударная вязкость сильно зависит от температуры окружающей среды. При понижении температуры металлы становятся более хрупкими. При повышении, соответственно, пластичнее.

Таким образом, меньше всего ударная вязкость стали СТ20 зависит от её температуры.

Моя гипотеза о том, что температура окружающей среды имеет прямое влияние на механические характеристики металла, подтвердилась. Таким образом, все задачи выполнены, цель достигнута.

В качестве перспективы продолжения проекта, можно было бы определить влияние состава сплава металлов на их механические характеристики.

## Резонатор Гельмгольца с широким горлышком. Изучение и применение

Автор:

ОГИНОВ Андрей Александрович, ученик 9 класса МАОУ  
«Лицей города Троицка»

Научный руководитель:

ИВАШКИНА Диана Анатольевна, учитель физики, к.ф.-  
м.н.

Известно, что резонансная частота Гельмгольца зависит от объема полости резонатора. Это свойство резонатора можно использовать для измерения объема тел, помещенных в него. Однако для помещения тел в резонатор необходимо довольно большое отверстие, в то время как резонатором Гельмгольца называется сосуд с узким горлышком. Исследование возможности использования в качестве резонатора бытовых емкостей с широким горлышком и составляло цель данной работы.

Звук в резонаторе создавался методом самовозбуждения с помощью микрофона – прищепки и акустической системы, состоящей из сабвуфера и двух колонок. Микрофон свободно опускался в изучаемую емкость, находящуюся рядом с акустической системой, собственный резонанс акустической системы при этом подавлялся. Резонансная частота измерялась с помощью бесплатной программы Frequency Counter, установленной на смартфоне (Android) (рис. 1).



Рис. 1. Установка для создания явления акустического самовозбуждения в емкости (слева) и интерфейс программы Frequency Counter на смартфоне.

Для расчета теоретического значения резонансной частоты для геометрических размеров используемых емкостей формула для резонанса Гельмгольца:

$$\omega = \sqrt{\gamma \frac{S^2 p_o}{m V_o}}, \quad (1)$$

(здесь  $\omega$  – циклическая частота резонанса,  $\gamma$  – показатель адиабаты для воздуха,  $S$  – площадь сечения горлышка резонатора,  $m$  – масса воздуха в горлышке,  $p_o$  – статическое давление в полости,  $V_o$  – статический объем полости) была преобразована в более удобную для расчета:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma R}{16\pi\mu} \frac{d^2 T}{h V_o}}, \quad (2)$$

где  $\mu$  – молярная масса воздуха, а  $T$  – абсолютная температура окружающей среды,  $S$  – площадь сечения горлышка резонатора, а  $h$  – его высота.

В ходе исследования было выяснено, что резонансная частота сосуда с широким горлышком не совпадает с частотой, рассчитанной по формуле резонансной частоты резонатора Гельмгольца, но имеет ту же зависимость от объема полости сосуда (см. рис. 2), она воспроизводима и мало подвержена влиянию внешних факторов. При этом чем больше отношение размера полости к диаметру горлышка, тем больше резонансная частота приближается к резонансной частоте Гельмгольца. Это объясняется тем, что при сопоставимых размерах полости и горлышка в колебания вовлекается воздух, находящийся вблизи горлышка.

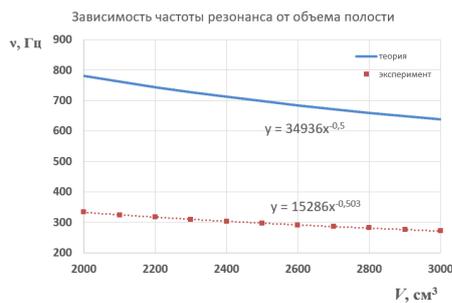


Рис. 2. Зависимость частоты резонанса от объема при наполнении емкости не больше, чем на треть. Сравнение с теоретической кривой.

Данная гипотеза проверена экспериментально с помощью двух опытов. В одном опыте одна из колонок акустической системы располагалась над горлышком резонатора, при этом снималась зависимость резонансной частоты от высоты динамика над горлышком. В другой серии опытов строилась зависимость отношения теоретической частоты к измеренной от отношения диаметра (размера) поперечного сечения основного объема сосуда к диаметру горлышка (рис. 3). Все результаты объяснены с помощью аналогии с пружинным маятником.

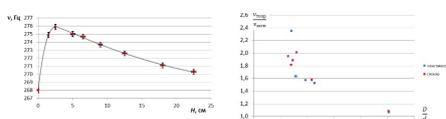


Рис. 3. Зависимость резонансной частоты от высоты динамика над горлышком емкости H (слева) и зависимость отношения частот (теоретической к экспериментально измеренной) от отношения размеров (внешнего размера основного объема к внутреннему диаметру горлышка) (справа).

Калибровочная кривая, полученная при наполнении емкости водой, использовалась для определения объема твердых тел, помещенных в емкость. Показано, что результат измерения зависит от способа укладки стандартных деревянных брусков в емкость (рис.4). Для упругих тел из мягкого пластика определен «эффективный» объем, что может использоваться для оценки качества изготовления таких тел сравнением с результатов для эталонного тела (рис. 5).

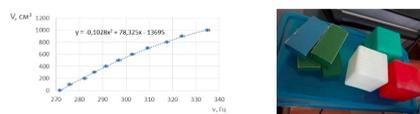


Рис. 4. Калибровочная кривая (слева) и тела, для которых определялся объем (справа).



Рис. 5. Зависимость частоты от способа укладки брусков (слева) и определение эффективного объема стандартных «мягких» кубиков.

По итогам работы сделаны следующие выводы.

- 1) Бытовые емкости с широким горлышком имеют тот же вид зависимости резонансной частоты от объема полости, что и резонатор Гельмгольца.
- 2) Отличие экспериментально полученной резонансной частоты от рассчитанной по формуле для резонатора Гельмгольца тем больше, чем меньше отношение размера поперечного сечения сосуда к диаметру его горлышка. Предложено объяснение такой зависимости.
- 3) Предложена методика определения объема твердых тел, помещенных в емкость. Измеряя объем деталей из мягких упругих материалов можно оценивать качество их изготовления.

**Практическая значимость работы.** Описанная методика определения объема жидкостей и твердых тел предоставляет возможность неразрушающего контроля изготовления деталей, наполнения емкостей, контроля изменения объема тел и т.д. Методика достаточно проста в применении и не требует больших материальных затрат.

**Источники информации:**

- 1) *T. Nishizu, S. Kawada*. Volume measurement by using Helmholtz acoustic resonance for porous produce and foods – real-time measurement of bread bough volume in fermentation process. — Trans Tech Publications, Switzerland, 2006.
- 2) Резонатор Гельмгольца. Википедия — свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (дата обращения 15.01.2021)

## Определение коэффициента теплопроводности твёрдого тела

Автор:	ОЛЬХОВ И. Д., Россия, г. Воронеж, МБОУ СОШ №38, 8 «В» класс
Научный руководитель:	ЯНОВ Г.В., учитель физики ВКК, кандидат педагогических наук МБОУ СОШ №38
Научный руководитель:	БАРСУКОВА А.И., учитель физики ВКК МБОУ СОШ №38

**Цель работы:** изучить метод определения коэффициента теплопроводности твёрдого тела.

### Задачи:

- 1) Подробно изучить такой вид теплопередачи, как теплопроводность.
- 2) С помощью метода, основанного на применении закона Фурье, измерить коэффициент теплопроводности твердого тела.
- 3) Подвести итоги работы, обобщить и сделать вывод, исходя из результатов эксперимента.

### Описание работы

В данной работе подробно рассмотрен такой вид теплопередачи, как теплопроводность – явление передачи внутренней энергии от одной части тела к другой или от одного тела к другому при их непосредственном контакте. С помощью метода, основанного на применении закона Фурье, измерялся коэффициент теплопроводности твёрдого вещества – смеси полипропилена и полистирола, т. е. пластика.

По закону Фурье найдём формулу для определения коэффициента теплопроводности:

$$j = \kappa \frac{\Delta t_1}{d}, \quad \kappa = \frac{j d}{s \Delta t_1}, \quad j = \frac{Q}{\Delta \tau s}, \quad Q = cm \Delta t_2, \quad j = \frac{cm \Delta t_2}{\Delta \tau s} \quad \kappa = \frac{cm \Delta t_2 d}{\Delta \tau s \Delta t_1},$$

где  $c$  – удельная теплоёмкость воды,  $m$  – масса горячей воды,  $\Delta t_2$  - изменение температуры горячей воды за некоторый промежуток времени  $\Delta \tau$ ,  $d$  – толщина стенки, через которую происходит теплообмен между горячей и холодной водой,  $s$  – площадь поверхности, с которой происходит теплопередача, и  $\Delta t_1$  - среднее арифметическое разностей температур горячей и холодной воды промежутка времени, равного  $\Delta \tau$ .

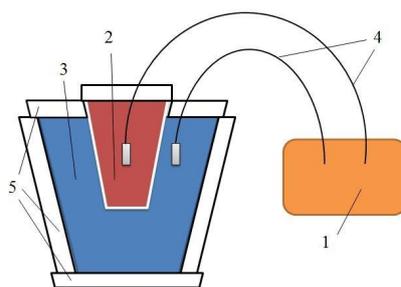


Рис.1 Схема установки.

- 1 – цифровая лаборатория Архимед Nova5000
- 2 – пластиковый стаканчик с горячей водой
- 3 – керамическая ёмкость с холодной водой
- 4 – датчики температуры DT029
- 5 – теплоизолятор пенопласт

Соберём установку и проведём несколько опытов с разными условиями. Получим таблицу значений и графики; вычислим среднее значение коэффициента теплопроводности –  $0.015 \text{ Вт/м}^2\text{С}$ .

Данный метод имеет приемлемую точность измерения, т. к. установка теплоизолирована пенопластом от окружающей среды со всех сторон, а датчики температуры – точность до 2% во всём диапазоне измерений.

**Актуальность.** В жизни мы часто сталкиваемся с такими явлениями, как теплообмен, теплопередача. Невозможно даже представить, как выглядела бы Вселенная, исчезни эти процессы хоть на секунду.

#### **Итоги исследования**

Итак, данный метод можно использовать для определения коэффициента теплопроводности твёрдых тел, т. к. он не требует сборки сложной установки, дополнительного оборудования (кроме цифровой лаборатории Архимед Nova 5000 и соответствующих датчиков температуры) и отличается точностью измерений.

#### **Источники информации:**

- 1) *Слободянюк А.И.* Физика. Экспериментальные задачи в школе : пособие для учителей общеобразовательных учреждений с белорус. и рус. яз. обучения. – Минск: Авэрсев, 2011.-397 с.
- 2) *Кабардин О.Ф., Орлов В.А.* Экспериментальные задания по физике. 9-11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.:Вербум, 2001. – 208 с.
- 3) *Филатов Е.Н.* Физика 8: Экспериментальный учебник. Ч. 1. Тепловые явления. М.:ВШМФ «Авангард», 2000 – 192 с.

## Математическая модель движения на горных лыжах

Автор:

ПАСКОНОВА Людмила Владимировна, 11 класс, ГБОУ  
“Школа №1329”, г. Москва

Научный руководитель:

ОБОЛЕНСКИЙ Игорь Сергеевич, учитель физики высшей квалификационной категории ГБОУ “Школа №1329” г. Москвы

**Актуальность.** Горные лыжи- очень популярный и полезный для здоровья вид спорта. Существует несколько диссертаций (Линд, Сандерс (2004), Федерольф (2005)) , в которых объясняется физика процесса горнолыжного спуска, однако выводы в них по большей части применимы к спортсменам высокого класса, для которых цель- максимально быстро и маневренно проехать по трассе, и допустимы высокие энергозатраты. Подавляющее же большинство горнолыжников- любители, катающиеся на горных лыжах ради удовольствия: для них идеал- это долгое катание (например, многочасовое катание в горах, где длина одного спуска может достигать нескольких километров), не обязательно высокая скорость и минимальные энергозатраты, одна из проблем для них- это быстрая физическая утомляемость. Однако ранее автором нигде не было встречено научной работы, где бы подробно рассматривалась нагрузка (усилие) на различные группы мышц при катании, в частности минимизация этой нагрузки при движении по фиксированной траектории с постоянной средней скоростью, хотя такая информация была бы актуальна для любителей горнолыжного спорта.



Рис.1. Слалом-гигант в исполнении Т.Лигети

Таким образом, **цель** исследования- построить математическую модель движения на горных лыжах для различных случаев (ровный участок, поворот, спуск и трамплин, это основные типы движений, любое другое движение- их комбинация) и для каждого из них определить стратегию спуска для минимизации нагрузки на мышцы человека при фиксированной траектории его движения.

В ходе работы над проектом автором была выдвинута следующая **гипотеза**: для минимизации силы, действующей со стороны лыж на ноги человека, надо давить в лыжу с максимальной силой в такой точке траектории, при которой лыжи лежат в линии падения склона. (Линия падения склона- это вектор, выражающий направление склона (Гипотеза была составлена на основе личного опыта и книги Г. Гуршмана “Пьянта-Су!” Горные лыжи глазами тренера”).

Автором были сформулированы и решены следующие задачи:

- 1) На основе материала из книг и статей из интернета, а также анализа видеозаписей езды известных горнолыжников автором **была разработана математическая модель** движения на горных лыжах для четырех различных случаев (ровный участок, поворот, спуск и трамплин). Предполагалось, что различные параметры в модели движения лыжника-любителя - это усредненные значения между теми же параметрами в случаях прохождения профессиональными спортсменами трасс слалома-гиганта и слалома.
- 2) Для каждого из случаев были получены расчетные формулы нагрузки (усилия) на мышцу голени (силы, действующей на мышцу голени со стороны лыж, подробнее см. полный текст работы). Необходимые данные были взяты из источников [см. приложение] и обработаны с помощью таких программ, как Google Documents, Keynote, IMovie [в частности, видеозаписи 7-8, приложение], Paint. Расчетные формулы были выведены, исходя из Законов Ньютона.

- 3) При помощи таких программ, как Geogebra и Desmos, были построены графики зависимости нагрузки (усилия) на мышцы ноги от времени движения. Пример такого графика приведен на рисунке 2.

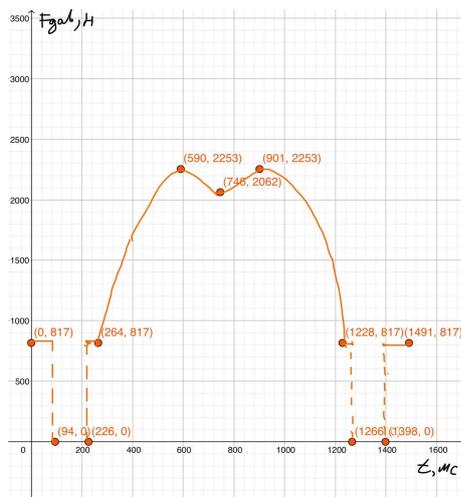


Рис.2. График зависимости нагрузки на мышцы голени от времени движения при повороте.

- 4) Анализ графиков из п. 3) показал, что предложенная гипотеза верна. На его основе была определена стратегия спуска для минимизации нагрузки на мышцы человека при фиксированной траектории его движения.

**Полученные результаты и выводы** будут полезны горнолыжникам-любителям, особенно новичкам, так как помогут им снизить нагрузку на мышцы при катании. Люди будут реже уставать и, следовательно, получать больше удовольствия от катания. Профессиональные спортсмены же смогут на основе полученных тезисов улучшить свою технику. Новизна данной работы заключается в рассмотрении процесса горнолыжного спуска с точки зрения минимизации нагрузки на мышцы человека при фиксированной траектории его движения и получении зависимости этой нагрузки от внешних факторов.

## Исследование колебаний мыльной плёнки

<b>Автор:</b>	ПОЗДЕЕВ Александр Константинович, ученик 10 класса МБОУ «Физико-математический лицей», г. Глазов, Удмуртская Республика
<b>Научный руководитель:</b>	ИВАНОВ Юрий Владимирович, учитель физики, к.п.н., МБОУ «Физико-математический лицей», г. Глазов, Удмуртская Республика
<b>Научный консультант:</b>	САРАНИН Владимир Александрович, д.ф.-м.н, профессор кафедры физики и дидактики физики ФГБОУ ВО «Глазовский государственный педагогический институт»

**Цель исследования:** экспериментальное исследование колебаний мыльной пленки, образованной на кольце.

**Задачи исследования:**

- 1) Изучить доступную теорию колебаний мыльной пленки.
- 2) Разработать экспериментальную установку для наблюдения колебаний мыльной пленки на кольцах различного диаметра.
- 3) Разработать устройство для регистрации осциллограммы колебаний мыльной пленки.
- 4) Экспериментально исследовать зависимость периода колебаний мыльной пленки от диаметра кольца.
- 5) Провести сравнительный анализ теоретических предсказаний зависимости периода колебаний от диаметра кольца и результатов эксперимента.

**Научная новизна** работы состоит в том, что: 1) впервые проведена экспериментальная проверка простейшей модели колебаний мыльной пленки на кольце; 2) разработан новый способ регистрации колебаний мыльной пленки, допускающий автоматизацию обработки данных.

**Практическая значимость** работы состоит в разработке экспериментального метода и инструментальных средств исследования колебания жидкостных плёнок и мембран. Разработанный метод позволяет решать задачи по альтернативному определению физических характеристик жидкостных плёнок (плотность, толщина, коэффициент поверхностного натяжения) при осциллографировании их колебаний в калиброванных условиях.

**ОПИСАНИЕ РАБОТЫ.** В статье [1] рассмотрена простейшая модель колебаний мыльной пленки на кольце. Согласно этой модели период колебаний пленки определяется формулой:

$$T = \pi a \sqrt{\frac{\rho h}{2\alpha}}, \quad (1)$$

где  $a$  – радиус кольца,  $\rho$  – плотность мыльного раствора,  $h$  – толщина пленки,  $\alpha$  – коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора. Из формулы (1) видно, что период колебаний пленки является линейной функцией от радиуса кольца, если считать, что в процессе колебаний плотность жидкости, коэффициент поверхностного натяжения и толщина пленки остаются постоянными величинами.

Разработанная в ходе исследований экспериментальная установка, позволяет измерять период колебаний мыльной пленки на кольцах различного диаметра. Измерение периода колебаний осуществляется на основе фиксации сигнала фоторезистора, на который попадает свет лазера, отраженный колеблющейся пленкой. Общий вид установки представлен на рис.1. Устройство для регистрации колебаний собрано на основе контроллера Arduino, к которому через резистор 100 кОм подключен фоторезистор MLG 5516.

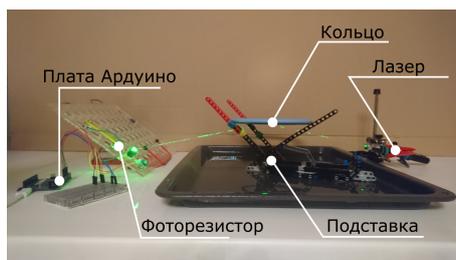


Рис.1. Схема экспериментальной установки

Фоторезистор и резистор образуют делитель напряжения рис.2.

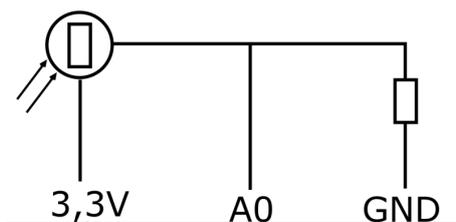


Рис.2. Схема подключения фоторезистора к контроллеру Arduino

Сигнал с фоторезистора подается на аналоговый порт контроллера, и обрабатывается программой. Во время колебаний мыльной пленки отраженный свет смещается в сторону от фоторезистора, при этом уровень сигнала изменяется. В ходе регистрации колебаний монитор порта контроллера формирует список из значений уровней сигнала с фоторезистора и привязанных к ним значений времени (рис.3).



Рис.3. Графическое представление значений, полученных с фоторезистора

Эти данные обрабатываются в электронных таблицах, что позволяет определить период колебаний пленки, и оценить погрешность измерений.

По полученным в эксперименте данным был построен график зависимости периода колебаний мыльной пленки от диаметра кольца (рис. 4).



Рис.4. График зависимости периода колебаний мыльной плёнки от её диаметра

На этом же графике также был построен теоретический график по формуле (1). Результаты эксперимента позволяют убедиться в линейной зависимости периода колебаний от диаметра кольца. Можно также заметить, что теоретические и экспериментальные значения находятся примерно в одном порядке, что позволяет говорить о неплохом согласии теории с экспериментом. Однако из графиков (рис.4) видно, что теоретический график находится несколько ниже экспериментального. Можно предположить, что это связано с неоднородностью пленки по толщине, чего простейшая модель явления не учитывает.

```
#define LED A0
void setup() {
  Serial.begin(57600);
}
void loop() {
  Serial.println(analogRead(LED));
  delay(10);
}
```

Программный код для контроллера Arduino

#### Источники информации:

- 1) *Саранин В.А.* О колебаниях мыльной пленки / *В.А. Саранин* // Проблемы школьного и дошкольного образования: материалы VI регионального научно-практического семинара «Достижения науки и практики – в деятельность образовательных учреждений» [Электронное научное издание на компакт-диске]. – Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2015. – С. 364-366.

## Простые установки для демонстрации физических явлений в домашних условиях

Автор:

ПОПОВ Иван, ГБОУ СОШ «Школа №444» г. Москвы, 6Б  
класс

Научный руководитель:

МАЛЬЦЕВА Анна Витальевна, педагог дополнительного  
образования ГБОУ СОШ «Школа №444» г.Москвы

### Введение

Целью моей работы является изготовить простые установки для демонстрации некоторых физических явлений, связанных с электромагнетизмом и электромагнитной индукцией. Эти установки должны быть доступны и просты в сборке, чтобы их было легко повторить в домашних условиях. Они могут быть использованы для демонстрации физических явлений в школе на уроках физики или для самостоятельного изучения дома. Для развития интереса у школьников к техническим наукам очень важно вместе с объяснением физической теории подкреплять ее показыванием экспериментов в классе. Во многих школах демонстрации физических экспериментов проводятся на очень старом оборудовании или не проводятся совсем, часто такие опыты не очень интересные. Мои установки помогут преподнести данные явления в игровой форме. Так же эти установки внесут вклад в развитие изучения прикладной физики в школе.

**Цель:** Собрать из подручных материалов установки, подходящие для демонстрации электромагнитных явлений в условиях школьного кабинета.

### Задачи:

- 1) Изучить теоретические основы явления электромагнетизма и электромагнитной индукции;
- 2) Рассмотреть существующие демонстрационные установки и проанализировать, какие из них возможно повторить в домашних условиях;
- 3) Создать подходящую для работы в школе установки из доступных мне материалов;
- 4) Провести с помощью них демонстрацию явления электромагнитной индукции.

**Практическая значимость:** Созданные мной установки могут быть использованы в школе на уроках физики и дома для самостоятельного изучения физических явлений во время карантина, т.к. их можно собрать из подручных материалов.

**Научная новизна:** Созданные мной установки уникальны, похожих я никогда не встречал.

**Выводы:** Построенные мной установки могут быть с легкостью повторены в домашних условиях и использованы для изучения физических явлений, связанных с электромагнетизмом и электромагнитной индукцией. При помощи моих установок можно преподнести изучение физических явлений в игровой форме, что способствует развитию у школьников интереса к такой занимательной науке, как физика.

## Деформативность симметричных систем на упругих связях

Автор:

ПОРЯДИН Иван Андреевич, МБОУ СШ № 54 г. Липецк,  
10 класс

Научный руководитель:

ПОРЯДИН Андрей Иванович, старший лаборант Института  
общей физики им. А.М. Прохорова РАН

### Цели и задачи исследования.

Основные цели работы: ознакомиться с методами оценки упругих свойств нано- и макроструктур; разработать математическую модель деформативности систем на упругих связях; дать предложения для решения прикладных задач по вычислению провиса упругих систем от центральной нагрузки. Для достижения целей поставлены следующие задачи: проанализировать математические модели, применяемые для исследований упругих свойств макро- и наноструктур; разработать математическую модель оценки деформативности симметричных систем на упругих связях в функции от базовых параметров анизотропии; написать компьютерную программу нахождения стрелы провиса центра упругой системы; провести эксперименты по измерению провиса упругих систем из разных материалов; предложить инженерную методику определения провиса от центрального нагружения. **Описание работы.**

На основе анализа работ по изучению характеристик упругих связей между атомами двумерных наноструктур [1,2] высказана гипотеза, что упругое поведение двумерных атомарных систем с небольшим количеством упругих связей в одной плоскости в некотором приближении эквивалентно поведению аналогичных макросистем из упругих нитей. Как видно из рисунка 1, каждый вариант из представленных кристаллических решеток можно рассматривать как совокупность симметричных упругих систем с 6-ю, 4-мя и 3-мя упругими связями. Это позволило упростить возможность проведения исследования, в том числе экспериментального, для условий обычной общеобразовательной школы и дало возможность получить результат, применимый для практических инженерных расчетов упругих систем.

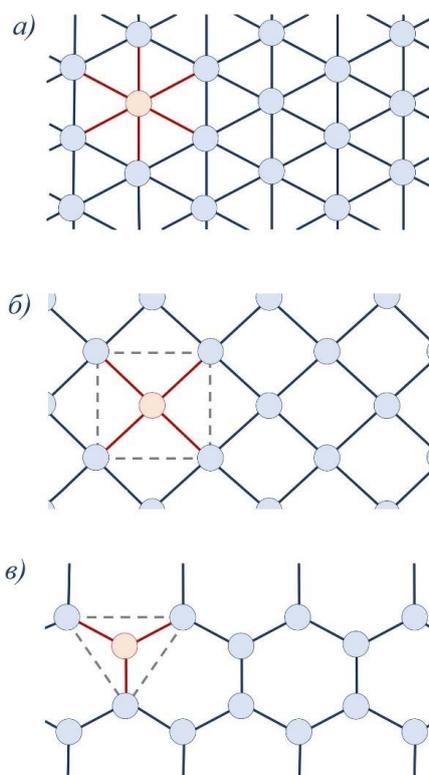


Рис.1. Типы кристаллических решеток: а) треугольная – 6 упругих связей; б) квадратная – 4 упругие связи, в) гексагональная (графен) – 3 упругих связи.

За основу математической модели принята расчетная схема (рис.2) системы на двух упругих связях

зей ( $n = 2$ ), натянутых усилием  $N_0$  между точками А и В и нагруженная статической силой  $P$ . Введя безразмерные параметры  $\varepsilon = \frac{P}{nES}$  и  $\varepsilon_N = \frac{N_0}{ES}$ , записано основное уравнение статического равновесия:

$$\varepsilon_p = \operatorname{tg} \varphi - \sin \varphi \cdot (1 - \varepsilon_N) \quad (1)$$

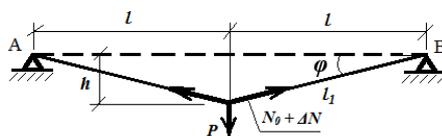


Рис.2. Расчетная схема симметричной системы на 2-х упругих связях.

Для решения уравнения относительно угла  $\varphi$  составлена компьютерная программа на основе алгоритма метода бисекции. Вычисленная зависимость  $\operatorname{tg} \varphi$  от двух безразмерных параметров представлена в табличной форме, позволяющей выполнять практические расчеты провиса и оценки прочности симметричных подвесных систем.

Проведено по две серии экспериментальных измерений провиса различных симметричных упругих систем: на 2-х упругих связях из капроновой лески и на 3-х упругих связях из резинового жгута. Результаты сравнения с теоретическими данными представлены на рис. 3 и 4. По итогам исследования даны предложения по инженерному расчету провиса упругих систем и для наглядности приведен практический пример их использования.

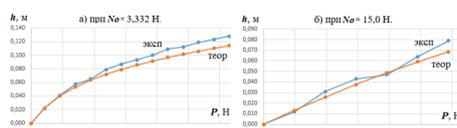


Рис. 3. Графики зависимостей стрелы провиса от поперечной силы  $P$  для системы на 2-х упругих связях из капроновой лески.

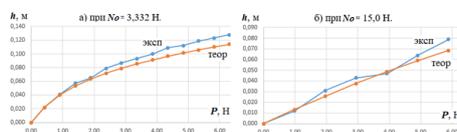


Рис. 4. Графики зависимостей стрелы провиса от поперечной силы  $P$  для системы на 3-х упругих связях из резинового жгута.

**Актуальность исследования** связана с отсутствием в технической литературе описания прямых методов вычисления деформаций центрально нагруженных симметричных систем из упругих нитей, востребованных в практике проектирования простых подвесных систем (канатных переправ, разнообразных подвесов и контактных сетей над проезжей частью дорог и т.п.). Имея математическую модель упругих связей от внешних воздействий на центральный узел (атом), можно изучать упругие свойства всей системы, например, на основе метода конечных элементов (МКЭ). Для этого достаточно в существующий математический аппарат добавить новый конечный элемент (КЭ) системы с  $n$  упругими связями. Идея применения МКЭ привлекательна тем, что объединение в одну систему КЭ из области макро- и наноэлементов может упростить решение краевых задач, востребованных для производства изделий из двумерных наноматериалов.

**Итоги исследования.** Разработана математическая модель, реализующая частный случай решения статической задачи нахождения стрелы провиса от нагрузки в центре упругой системы и составлена программа для компьютера. Проведены экспериментальные измерения зависимости стрелы провиса от центрально приложенной поперечной силы для упругих систем из различных материалов (капрон, резина) при различной степени предварительного натяжения. Составлены предложения по практическому определению провиса и оценке прочности несложных подвесных систем (канатных переправ, подвески светофоров над проезжей частью, спортивных тренажеров и т.п.), где применение традиционных способов [3,4] может привести к существенным погрешностям и снизить риски аварий при их эксплуатации. Полученные навыки могут быть использованы для разработки математической модели КЭ, реализующего упругие свойства двумерных наноматериалов в физике твердого тела, что позволит облегчить проведение исследований, направленных на реализацию управляемого процесса изготовления изделий из двумерных материалов (нанотрубок, скруток и

т.п.). Так, например, даже не меняя базовых параметров  $\epsilon_r$  и  $\epsilon_N$ , характеризующих анизотропию упругих свойств симметричной системы, а лишь заменив условия статического равновесия на условие равновесия энергетического состояния, можно получить аналогичное решение для определения провиса упругой системы от динамического воздействия (провис катушки от падающего груза).

- 1) *Давыдов С.Ю.* Упругие свойства графена: модель Китинга. //Физика твердого тела. Том 52. Вып. 4, стр. 756-758. (2010).
- 2) Графены и их физические свойства: учебное пособие /*Р.А.Бражне А. И. Кочаев, Р. М. Мефтахутдинов.* – Ульяновск: УлГТУ, 139 с. (2016).
- 3) Рекомендации по проектированию висячих конструкций / утв. ЦНИИСК им. *В.А.Кучеренко* 12 мая 1972 г. - [Ссылка](#) (1972).
- 4) *Курсанов Н.М.* Висячие и вантовые конструкции. М.: Стройиздат, 217 с. (1981).

## Применение законов физики для проектирования вентилируемого рабочего костюма

Автор:

ПОТЕХИН Богдан Иванович, МОУ «Средняя общеобразовательная школа №3 п. Дарасун» 6 класс

Научный руководитель:

ШАЙТАНОВ Александр Владимирович, педагог дополнительного образования

Для представителей различных профессий является **актуальным** поддержание комфортного температурного режима тела, сберегающего здоровье работника во время работы. В частности, потребность снижения тепловой нагрузки на организм работника в условиях неблагоприятной температуры и влажности окружающей среды. Буровики, дорожные рабочие, металлурги и строители – всем им нужна комфортная рабочая одежда, сохраняющая здоровье работника.

**Проблема:** если организм человека испытывает повышенную тепловую нагрузку, то для усиления естественной вентиляции тела рабочий костюм необходимо снять. Однако, по ряду причин, в том числе, по требованиям техники безопасности, это недопустимо.

При рассмотрении данной проблемы появилась **гипотеза:** изучив физические законы и явления, можно придумать и создать реально действующую модель рабочего костюма, который сам будет осуществлять вентиляцию тела работника. Костюм создаст и автоматически поддержит микроклимат, позволяющий человеку выполнять свои профессиональные обязанности без ущерба для здоровья. При этом костюм не должен быть громоздким, не должен сковывать движения работника.

**Цель работы:** исследовать возможность применения физических законов для проектирования действующего прототипа рабочего костюма, способного разными способами вентилировать тело работника для снижения тепловой нагрузки на его организм. В работе были поставлены следующие **задачи** исследования:

- 1) собрать информацию по проблеме и существующих аналогах;
- 2) изучить необходимые физические законы и явления;
- 3) продолжить изучение программирования в среде EV3-G;
- 4) придумать и реализовать необходимые физические опыты и эксперименты, направленные на проверку гипотезы, проанализировать их результаты;
- 5) подобрать и изучить необходимые математические модели;
- 6) разработать алгоритм, обеспечивающий необходимый функционал костюма;
- 7) сконструировать, изготовить, запрограммировать и испытать действующую модель специального рабочего костюма, способного поддерживать микроклимат для человека, работающего в нём.

**План исследования:**

- 1) подбор и просмотр литературы по проблеме;
- 2) формулирование темы работы;
- 3) изучение теоретического материала;
- 4) работа над научной частью;
- 5) подготовка и проведение исследований на практике;
- 6) обобщение и визуализация результатов исследования в выводах;
- 7) оформление исследовательской работы.

В представленной работе рассматривается вопрос применения физических законов и робототехнического оборудования для разработки прототипа рабочего костюма, способного вентилировать тело работника.

**Новизна проекта:** разработан костюм с применением *комбинации* двух видов вентиляции для снижения тепловой нагрузки на человека, работающего в нём.

*Естественная* вентиляция реализована с помощью системы разноуровневых трубок, вделанных в ткань и подведённых к дефлектору, установленному в верхней части капюшона костюма. Эффективность данной системы подтверждена экспериментальным путём. Экспериментальные данные обобщены и визуализированы с помощью диаграмм.

На практике рассмотрено применение закона Бернулли, эффекта Вентури и явления охлаждающего испарения.

*Принудительная* вентиляция реализована с помощью аппаратно-программного комплекса на базе микроконтроллера EV3, с применением двух температурных датчиков, датчика влажности и двух вентиляторов, встроенных в материю костюма, в спинной его части. В основе работы комплекса – алгоритм, обеспечивающий автоматическое включение системы принудительной вентиляции при повышении температуры и влажности под костюмом.

Неоценимую помощь в работе оказала книга Я. Перельман «Занимательная физика». Она написана очень интересно по содержанию и форме, несёт большой познавательный материал и мотивирует проводить исследования.

Также полезными для нас были интернет-источники:

- <https://www.youtube.com/channel/UCSiMRgysUoHBUcbKnhJMISA> «Get a klass» физика в опытах и экспериментах
- <https://www.youtube.com/watch?v=QcUmHiA8Vjc> «Канал Галилео»

**Вывод:** итогом работы является создание действующего прототипа костюма для комбинированной вентиляции тела работающего в нём человека.

## Исследование литых легированных алюминиевых сплавов методом оптической металлографии

Автор:

ПУПКОВ Михаил Андреевич, г. Нижний Новгород МАОУ Лицей №36

Научный руководитель:

ФАДДЕЕВ М.А., доцент кафедры КЭФ ННГУ им. Лобачевского, к.ф.м.н.

**Цель работы:** Исследовать алюминиевые сплавы, легированные переходными и редкоземельными металлами методами оптической микроскопии.

### Задачи работы:

- 1) Подготовить поверхность образцов легированного алюминия для исследования на металлографическом микроскопе;
- 2) Освоить работу на оптическом микроскопе;
- 3) Интерпретировать полученные изображения.

### Краткое описание работы:

Для настоящей работы нам были предоставлены отливки следующего состава: «Al - 0.4% Zr», «Al - 0.3% Zr - 0.1% Hf», «Al - 0.3% Zr - 0.1% Sc», «Al - 0.3% Zr - 0.1% Yb». Прежде всего, было проведено макротравление данных образцов в смеси кислот: HCl - 40%, HF - 20%, HNO<sub>3</sub> - 40%, для выявления их зеренной структуры (см. рис. 1).

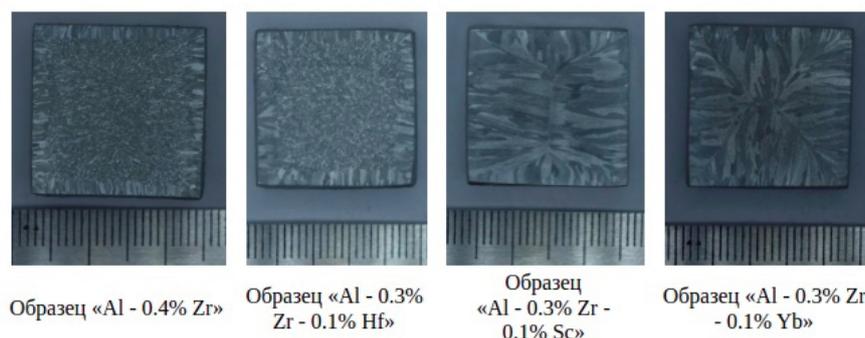


Рис.1. Структура образцов после травления в смеси кислот: HCL – 40%, HF – 20%, HNO<sub>3</sub> – 40%

После проведения первичного травления (макротравления) стало видно, что форма и размер зёрен различны у всех образцов различны. Были рассчитаны средние размеры зерен  $L$  и их неравноосность  $\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{L}$ , где  $x$  и  $y$  – размеры в перпендикулярных направлениях. По этим признакам образцы разделились на два типа: 1 тип. Структуры с равноосным типом зерен в середине и неравноосным типом зерен на краях шлифа (образцы «Al - 0.3% Zr - 0.1% Hf» и «Al - 0.4% Zr»). 2 тип. Структуры с неравноосным типом зерен на всей поверхности шлифа (образцы «Al - 0.3% Zr - 0.1% Sc» и «Al - 0.3% Zr - 0.1% Yb»). Далее было проведено многоступенчатое шлифование образцов для формирования ровной поверхности. Механическая ручная абразивная полировка образцов производилась пастами 28/20, 14/10, 5/3, нанесенными на лист бумаги, и пастами 5/3 и 1/0, нанесенными на ткань. На последнем этапе полировки использовалась суспензия SiC. По окончании абразивной обработки образцы направлялись на изучение с помощью оптического микроскопа для выявления неоднородностей структуры. На рис. 2. В приложении 0 показан один участок поверхности образца «Al - 0.4% Zr» при разных увеличениях.

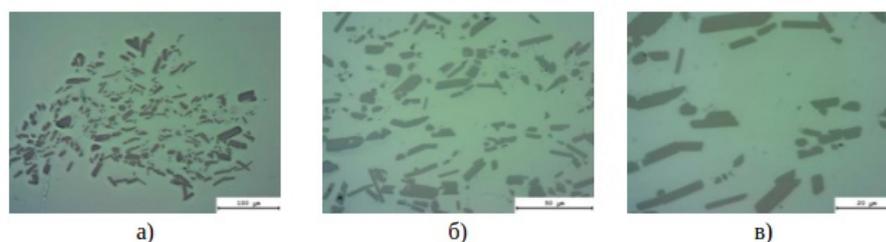


Рис.2. Участок №1 поверхности образца  $Al - 0.4\%Zr$  при разных увеличениях: а)  $\times 200$ ; б)  $\times 500$ ; в)  $\times 1000$ .

На всех фото рис.2 на однородном фоне наблюдаются, прежде всего, пятна неправильной формы, разного размера и различной яркости. Естественно их следует интерпретировать, как частицы примесей или дефекты однородной кристаллической структуры. Далее для краткости их будем называть частицами. Визуально их можно разделить на два типа:

- 1) Более светлые частицы, имеющие неравноосный вид;
- 2) Темные, более мелкие частицы, имеющие равноосный вид.

Так как частицы данных типов выглядят различно на рис. 3.4 – 3.5, полученных методом оптической микроскопии, можно предположить, что они различаются по химическому составу. Более светлые частицы далее будем называть 2-й фазой, более темные (мелкие) – 3-й фазой. Далее, для визуализации границ зёрен шлифы образцов подвергались химическому травлению (микротравлению) в растворе следующего состава:  $HF - 25\%$ ,  $HNO_3 - 17\%$ , глицерин —  $58\%$ . После проведения микротравления было проведено фотографирование поверхности образцов с помощью микроскопа в режиме интерференционного контраста для изучения поверхностной микроструктуры.

#### Актуальность:

Одним из ключевых элементов бортовой электрической сети современной авиационной техники являются малогабаритные (диаметр менее  $0,5$  мм) провода. В настоящее время для их изготовления применяются медные сплавы, в первую очередь из-за высокой электропроводности ( $1,66 \cdot 10^{-8}$  Ом м). Однако, большая плотность меди ( $8,92$  г/см<sup>3</sup>) приводит к существенному увеличению веса бортовой электрической сети, протяженность проводов в которой, превышает несколько десятков километров. С другой стороны, хорошим проводником электрического тока является алюминий. Удельное сопротивление алюминия равно  $2,62 \cdot 10^{-8}$  Ом м. В то же время, плотность алюминия -  $2,69$  г/см<sup>3</sup>. Таким образом, замена медных проводов на алюминиевые дала бы значительный выигрыш в весе аппарата. Но при высоких температурах процесс роста зерен алюминия резко ускоряется. Это вызывает уменьшение прочности, недопустимое для проводников устройств авионики. Данную проблему можно решить легированием алюминия малыми долями переходных и редкоземельных металлов. Такие сплавы, без заметного изменения плотности и электропроводности по сравнению с чистым алюминием, обладают высокой прочностью, стойкостью к скручиванию и сверхдлительной термической стойкостью. Разработка новых термостойких алюминиевых сплавов для малогабаритных композитных проводов, используемых в бортовой сети современных самолётов и космических аппаратов, является важной технологической проблемой.

**Заключение:** Экспериментально обнаружены сильные модифицирующие эффекты:

- 1) циркония (Zr);
- 2) гафния (Hf) в присутствии циркония (Zr).

Ближайшей целью продолжения работы является проведение элементного анализа наблюдаемых морфологических неоднородностей и включений. Элементный анализ планируется выполнить на зондовом микроанализаторе с электронным возбуждением.

#### Выводы:

- 1) Освоена методика пробоподготовки металлических образцов к микроскопическим исследованиям и элементному анализу.
- 2) Проведено многоступенчатое шлифование и химическое травление образцов алюминия легированного скандием, цирконием, гафнием и иттербием. Измерены размеры и форма зёрен на произвольных участках образцов.

- 3) Выполнены исследования микроструктуры образцов легированного алюминия на металлографическом микроскопе. Проведена интерпретация полученных изображений.

**Источники информации:**

- 1) *Гуляев А.П.* Металловедение. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1986. 544 с.
- 2) *У. Вайнгард.* Введение в физику кристаллизации металлов. М: Мир, 1967. 170 с.
- 3) *Беккер М., Клемм Х.* Способы металлографического травления. М.: Металлургия, 1988. С 400 с ил.
- 4) *Елагин В. И.* Легирование деформируемых алюминиевых сплавов переходными металлами. М., «Металлургия», 1975. 248 с.
- 5) *Напалков В. И., Махов С. В.* Легирование и модифицирование алюминия и магния. М: МИСИС, 2002. 376 с.
- 6) *Перевезенцев В. Н., Щербань М.Ю.* Рекристаллизация металлов и сплавов. Учебное пособие. Нижний Новгород: издательство ННГУ им.Лобачевского, 2000. 62 с.

## Численное моделирование динамики V-образного зеркала под действием потока излучения

Авторы:

РЕШЕТНИКОВА Ксения Андреевна, СЕВАСТЬЯНОВ Константин Кириллович ГБОУ МО СП ФМЛ

Научный руководитель:

МОРОЗОВ Дмитрий Валерьевич, учитель физики ГБОУ МО СП ФМЛ

Исследование устойчивости физических объектов по отношению к малым внешним возмущениям является одной из важнейших задач физики и математического моделирования. Теоретические и численные исследования, связанные с устойчивостью физических объектов (в частности, отражающих поверхностей) по отношению к малым внешним возмущениям и их возможной динамикой, представляет в настоящее время большой интерес в связи с развитием космических систем, для регулирования движения которых может быть использован солнечный парус.

В настоящей работе нами исследуется вращательная динамика плоского зеркала V-образной формы (два «лепестка» с углом раствора  $2\alpha$ ), на которое падает монохроматический пучок параллельных лучей от удаленного источника постоянной интенсивности.

**Цель работы** – изучение вращательного движения плоского зеркала V-образной формы в зависимости от различных его параметров (без учета и с учетом повторного отражения лучей).

### Задачи:

- 1) Рассмотреть устойчивость плоского V-образного зеркала под воздействием потока параллельных лучей постоянной интенсивности.
- 2) Составить уравнение движения плоского V-образного зеркала под воздействием монохроматического потока параллельных лучей постоянной интенсивности.
- 3) Создать программный продукт для численного решения уравнения вращательного движения без учета и с учетом повторного отражения лучей.

Важно отметить, что данная работа является продолжением исследований, проводимых нами ранее, в 2020 году, и ее результаты не повторяют, а дополняют уже полученные.

Движение V-образного зеркала описывается основным уравнением динамики вращательного движения. На каждый из «лепестков» действует сила со стороны монохроматического потока излучения постоянной интенсивности. Также может возникать дополнительная сила со стороны повторно отраженных лучей, которая создает дополнительный момент (рис. 1). В данной задаче дополнительная сила действует только на правое зеркало, так как при выбранном угле раствора лучи повторно отражаются только от левого зеркала.

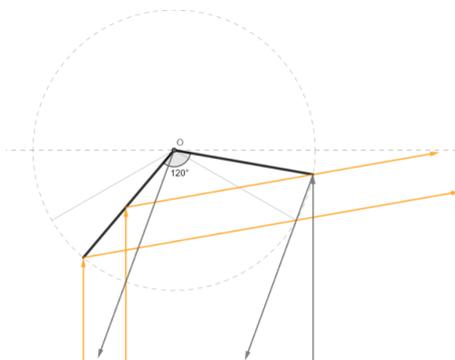


Рис.1. Процесс вращения зеркала. Возникновение повторных отражений

Уравнение, описывающее вращение V-образного зеркала, имеет вид:

$$J\varepsilon = (F_2 - F_1) \frac{a}{2} + M'$$

В этом уравнении  $F_1 = \frac{2I}{c} S \cos^2 \varphi$ ,  $F_2 = \frac{2I}{c} S \cos^2 (180^\circ - 2\alpha - \varphi) = \frac{2I}{c} S \cos^2 (\varphi + 2\alpha)$ ,  $2\alpha = 120^\circ$ ,  $\varphi$  – угол, на который левое зеркало отклонилось от «горизонтали»,  $a = 5$  м,  $I = 6,8 \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup>,  $M'$  – дополнительный момент, который создают лучи, повторно отраженные от левого зеркала и попадающие на правое.

На начальном этапе вращения зеркала с углом раствора  $120^\circ$  повторное отражение не играет существенной роли, и можно считать, что на каждый из «лепестков» действует только одна сила, пропорциональная  $\cos^2 \theta$ , где  $\theta$  – угол падения света. Так как при этом  $\theta_2 \approx \theta_1$ , момент вращающей силы практически равен 0, так что поворот осуществляется медленно, о чем свидетельствует практически горизонтальный участок на графике зависимости угла поворота от времени  $\varphi(t)$  (рис.2) и практически нулевая угловая скорость (рис.3).

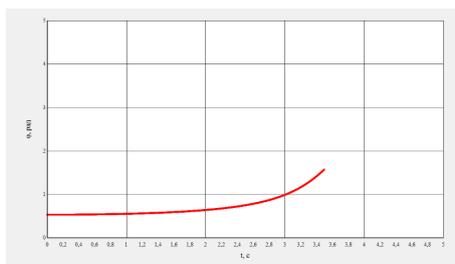


Рис.2. Зависимость угла поворота зеркала от времени при угле раствора  $120^\circ$

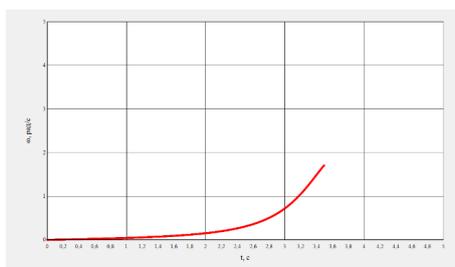


Рис.3. Зависимость угловой скорости от времени при угле раствора  $120^\circ$

В дальнейшем, с уменьшением  $\theta_2$  и одновременным ростом  $\theta_1$  становится  $\cos^2 \theta_2 \gg \cos^2 \theta_1$ , а также значительный вклад вносит и момент силы, обусловленной повторным отражением лучей. При этом силой, действующей на левый «лепесток», можно пренебречь. Характер движения зеркала существенно меняется. Угол поворота и угловая скорость резко, нелинейно возрастают.

**Актуальность** данной работы состоит в том, что полученные в ходе исследований результаты могут быть использованы для описания устойчивости и движения солнечного паруса.

**Был создан** программный продукт, предназначенный для моделирования и визуализации вращения зеркала (рис.4).

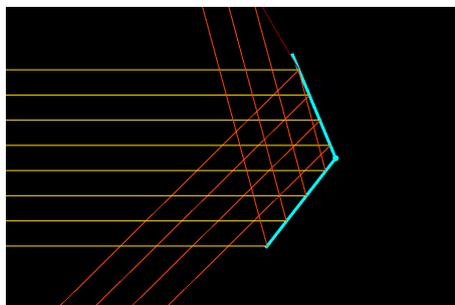


Рис.4. Визуализация процесса вращения зеркала

В ходе выполнения работы нами были решены следующие задачи:

- 1) Рассмотрена устойчивость плоского V-образного зеркала под воздействием потока параллельных лучей постоянной интенсивности. Показано, что данная система неустойчива по отношению к малым возмущениям (если зеркала одинаковы по своим характеристикам).

- 2) Рассмотрено уравнение движения плоского  $V$ -образного зеркала под воздействием монохроматического потока параллельных лучей постоянной интенсивности. Создан программный продукт для численного моделирования и визуализации вращательной динамики  $V$ -образного зеркала.

**Источники информации:**

- 1) *Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М.* Физика. 11 класс. – М.: Просвещение, 2014, 440 с.
- 2) *Тарасов Л.В.* Современный курс физики. Механика. – М.: ООО «Издательство "Оникс"», 2009, 592 с.
- 3) *Балашов М.М., Гомонов А.И., Долицкий А.Б.* Физика: Механика. 10 класс. – М.: Дрофа 2002, 496 с.
- 4) *Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л.*, Численные методы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004., 400 с.
- 5) Материалы XXIII Российской научной конференции школьников «Открытие». – Ярославль: Провинциальный колледж, 2020. – 149 с.

## Измерение радиационного поля окружающих предметов

Автор:

СВИРИДОВ Артём Сергеевич, МБОУ «Первомайская средняя общеобразовательная школа» п. Первомайский Первомайского р-на Тамбовской области, 8а класс

Научный руководитель:

СОКОЛОВ Александр Евгеньевич, учитель физики высшей квалификационной категории МБОУ «Первомайская средняя общеобразовательная школа» п. Первомайский Первомайского р-на Тамбовской области

**Цель работы:** создать портативный дозиметр и провести исследование радиационного поля окружающих предметов.

**Задачи:**

- 1) Изучить и проанализировать материалы в сети Интернет о радиации, способах ее измерения, счетчиках Гейгера-Мюллера;
- 2) Ознакомиться с технической документацией на программно-аппаратный комплекс Arduino;
- 3) Создать прототип устройства и написать программу для его работы;
- 4) Осуществить настройку прибора;
- 5) Провести исследование радиационного фона окружающих предметов;
- 6) Сделать вывод и оценить проделанную работу.

**Научная новизна** данной работы заключается в создании дешевого и надежного прибора из доступных деталей для контроля радиационной обстановки окружающего мира для широкого круга потребителей.

**Практическая значимость** В проектно-исследовательской работе проведена практическая разработка и компоновка прибора для удобного применения в практической деятельности человека. Простой метод калибровки позволяет получить приемлемую точность измерений, хотя для данного типа прибора большая точность и не нужна, так как следует оценить насколько опасно находиться в данном радиационном поле. Использование платформы Ардуино позволяет быстро программно изменить параметры устройства при необходимости, например, при замене трубки Гейгера.

**Описание работы.** Основное содержание работы – исследование источников сети интернет по оптимальному выбору счетчика Гейгера и разработке принципиальной схемы прибора. Так как при радиационных авариях мы сталкиваемся в основном с изотопами  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ , которые являются  $\beta$  и  $\gamma$  – излучателями, то выбор пал на трубку СБМ-19. Данная трубка рассчитана на жесткое бета-излучение и практически весь диапазон гамма-излучения. В силу своей конструкции и размеров обладает чувствительностью в 3-3,5 раза превышающей чувствительность самого распространенного счетчика СБМ-20. Это позволяет при одинаковом времени измерений получить более точный результат с меньшей погрешностью. Трубка запитывается от источника высокого напряжения +420В, после пролета частицы импульс с трубки подается на формирователь, который преобразует пикообразный импульс в прямоугольный. Этот импульс подается на цифровой вход Ардуино и программно подсчитывается количество импульсов в минуту. Время измерений выбрано 40с. С одной стороны, это небольшой интервал времени (у многих дозиметров в этих пределах), с другой достигается приемлемая точность измерений (при меньшем времени сказывается погрешность, вносимая собственным и неустраняемым фоном трубки). Вывод результатов осуществляется на дисплей и для технического контроля в программу «монитор порта Ардуино» (нужна на период калибровки). Программа для подсчета импульсов простейшая, работает по переднему фронту импульса, т.е. когда сигнал меняет значение с низкого на высокий уровень, после этого счетчик импульсов увеличивается на единицу.

**Итоги исследования:** На сегодняшний день, по результатам проведенной работы, прибор получился удачным, как в плане эргономичности, так и точности, и удобства измерений. Реагирует даже на небольшие изменения радиационного фона, благодаря более чувствительной трубке Гейгера. Подробнее на работу данного прибора можно посмотреть здесь [https://youtu.be/H6i\\_6RhTyQk](https://youtu.be/H6i_6RhTyQk). Работа над прибором освещалась на сайте <http://занимательнаяробототехника.рф/>.

**Источники информации:**

- 1) *Виноградов Ю.А.* Ионизирующая радиация./Солон-Р, Москва, 2002 г.

## Исследование режимов работы повышающего преобразователя постоянного напряжения

Автор:

СЕМЕНЧУК Алексей Андреевич, ГБОУ Инженерная школа №1581

**Цель:** Создание преобразователя постоянного тока и исследование режимов его работы.

**Задачи:**

- 1) разработать математическую модель работы повышающего преобразователя напряжения
- 2) собрать преобразователь напряжения
- 3) исследовать зависимость выходного напряжения от параметров электрической цепи
- 4) сравнить полученные экспериментальные данные с теоретическими расчетами

**Актуальность:** многие портативные приборы питаются от источников постоянного напряжения (батареек, аккумуляторов). Иногда они дают напряжение меньше, чем необходимо для питания устройств. В данной ситуации может помочь повышающий преобразователь. Он повысит постоянное напряжение с источника питания до нужного значения. Преобразователь напряжения можно собрать из набора доступных элементов. В данной работе проведен расчёт, позволяющий подобрать параметры электрической схемы, обеспечивающие наиболее эффективную работу преобразователя.

Электрическая цепь преобразователя напряжения состоит из источника тока, катушки индуктивности, диода, конденсатора, ШИМ генератора (Рис. 1). Реальная модель преобразователя (Приложение, Рис. 2).

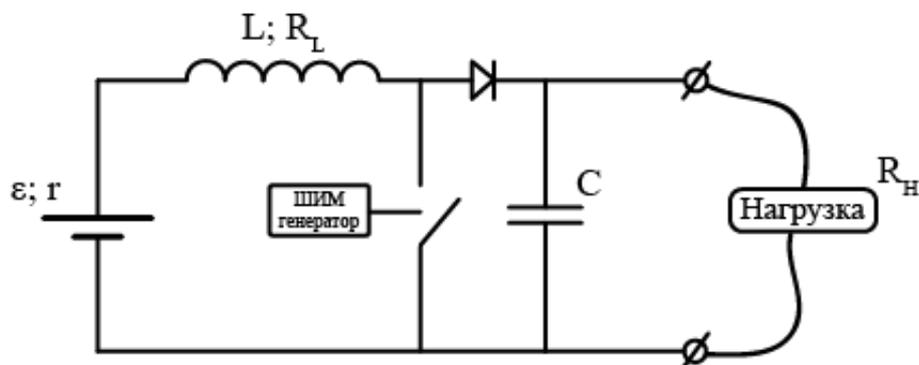


Рис.1.

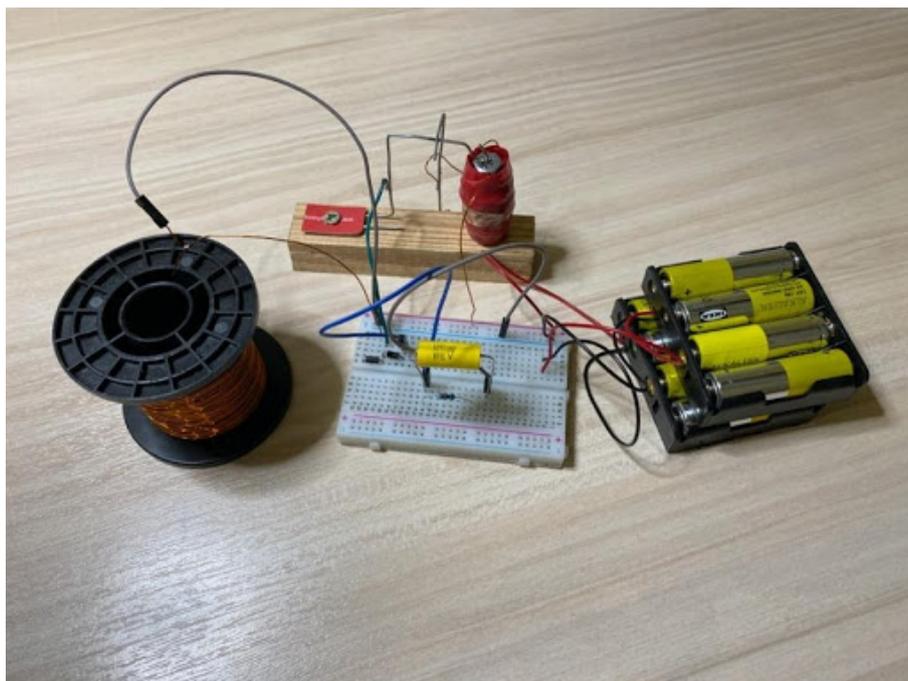


Рис.2.

**Принцип работы преобразователя.** ШИМ (широтно-импульсная модуляция) генератор с определённой периодичностью замыкает и размыкает ключ. При замкнутом ключе, имеем схему, состоящую только из ЭДС и катушки индуктивности (Рис. 3). В этой цепи ток возрастает не моментально, так как в катушке возникает явление самоиндукции. При переходе системы в стационарное состояние - ключ размыкается. Схема цепи при разомкнутом ключе показана на рисунке (Рис. 4). Сопротивление этой цепи возрастает. Катушка препятствует изменению силы тока, поэтому на нагрузке напряжение оказывается кратковременно больше, чем ЭДС.

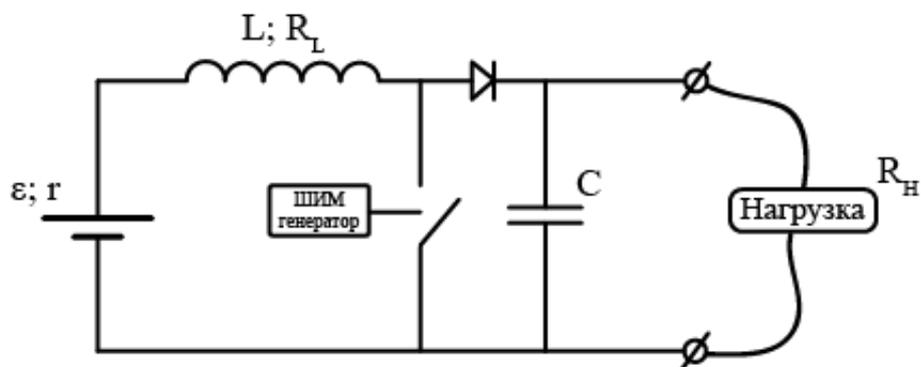


Рис.3.

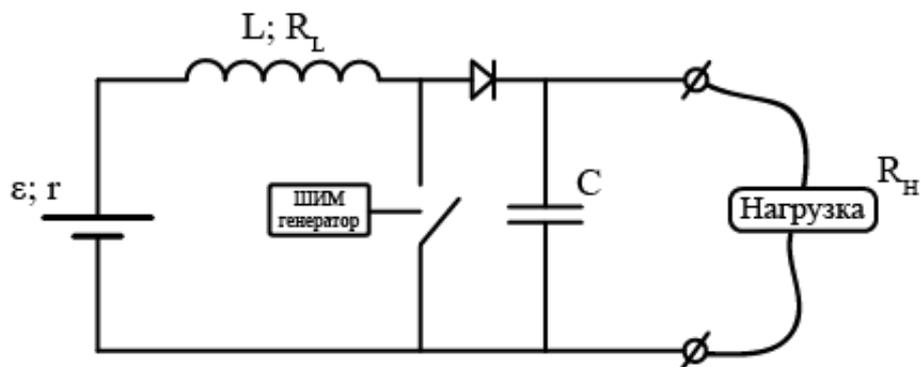


Рис.4.

**Математическая модель преобразователя.** Сила тока в цепи изменяется согласно закону:

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{R_0} + \left( I_0 - \frac{\varepsilon}{R_0} \right) e^{-\frac{R_0}{L}t}, \quad (1)$$

где  $I(t)$  — функция тока от времени;  $\varepsilon$  — ЭДС источника;  $R_0$  — общее сопротивление цепи;  $L$  — индукция катушки;  $I_0$  — начальный ток (зависит от первоначальных условий). Из формулы (1) следует, что напряжение на нагрузке равно:

$$U_H(t) = I(t)R_H = R_H \left( \frac{\varepsilon}{R_0} + \left( I_0 - \frac{\varepsilon}{R_0} \right) e^{-\frac{R_0}{L}t} \right). \quad (2)$$

Общее сопротивление цепи:

$$R_0 = R_L + R_H + r,$$

где  $r$  — внутреннее сопротивление,  $R_L$  — сопротивление катушки,  $R_H$  — сопротивление нагрузки. Действующее напряжение на нагрузке определяется по формуле

$$U_A = \frac{\varepsilon R_H}{R_0} + \frac{R_H L \left( I_0 - \frac{\varepsilon}{R_0} \right)}{R_0 t} \left( 1 - e^{-\frac{R_0}{L}t_{\text{OFF}}} \right)$$

График функции (3) представлен в (График 1). Из графика видно, что через 30 мкс напряжение становится равным своему стационарному значению.

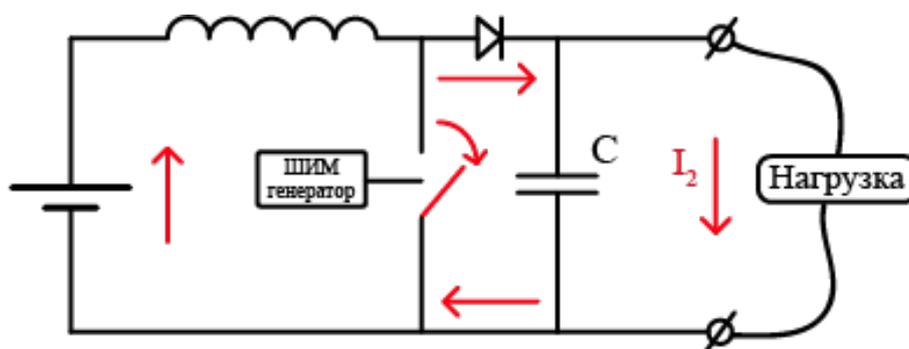


График 1.

Проведены опыты по измерению зависимости выходного напряжения от сопротивления нагрузки, индуктивности и ёмкости конденсатора. Предложены оптимальные параметры системы.

**Итоги:** выведена математическая модель, которая качественно подтверждается экспериментом.

## Грозовая ферма

**Автор:**

СИМОНОВА Елизавета Романовна, учащаяся детского технопарка Кванториум г. Брянска

**Научный руководитель:**

ГАПЕЕВ Владислав Владимирович, педагог дополнительного образования ГАУ ДТ Кванториум г. Брянска

Большинство электростанций (в 2019 году доля альтернативных возобновляемых источников энергии составила 10,4 % в мировой генерации электричества) потребляют не возобновляемые источники энергии, да и к тому же наносящие вред экологии. В связи с чем я задумалась о применении возобновляемых альтернативных источников энергии, конкретнее энергии молнии.

Разряд молнии обладает высокой мощностью, которое нужно преобразовать, но, к сожалению, на данный момент не существует настолько мощных систем преобразования, поэтому нужно придумать преобразователь, который будет являться предметом исследования.

**Цель** моего исследования придумать метод преобразования энергии молнии в полезную работу и смоделировать данную систему в КОМПАС-3D.

### Основные задачи:

- 1) Проведение исследования тематической научной литературы;
- 2) Изучение методов преобразования энергии;
- 3) Разработка концепции грозовой фермы;
- 4) Создание модели в КОМПАС-3D;
- 5) Проведение эксперимента моделирования нагрева спирального элемента при различном количестве воды;
- 6) Расчет коэффициента полезного действия разрабатываемой системы;
- 7) Составление прогноза анализа эффективности грозовой фермы;
- 8) Подведение итогов.

### Описание работы грозовой фермы.

- 1) В начале молния попадает в молнии-уловитель
- 2) Энергия по молнии-уловителю попадает в Нагревательный элемент, который начинает разогреваться, в то время как на него подается небольшое количество воды.
- 3) Вода ложится на нагревательный элемент тонким слоем, после чего происходит мгновенное ее испарение.
- 4) Далее пар раскручивает турбину.
- 5) С помощью генератора вырабатывается переменный ток.
- 6) Израсходованный пар охлаждается и поступает снова к змеевику. То есть вода циркулирует по замкнутому контуру.

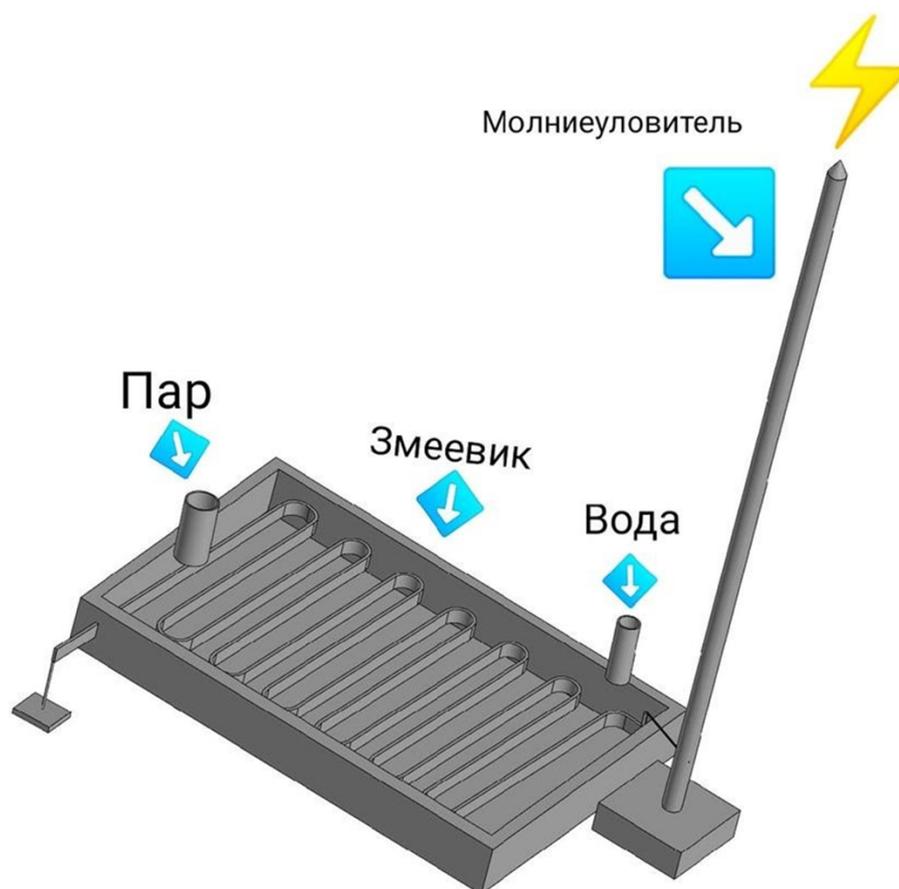


Рис.1.

В настоящий момент функционирующих систем грозовой энергетики в мире нет. Некоторое время назад проводились исследования в этой области, но дальнейшего развития они не получили и в них не применялся метод, описываемый в исследовательской работе, что подчеркивает новизну идеи, предлагаемой в проекте.

**Теоретическая значимость** моей работы заключается в том, что, проведя исследование в этой области, я привлекаю внимание людей к современной альтернативной энергетике, а в частности грозовой, и акцентирую их внимание на генерации электроэнергии без вреда экологии. А также представляю проблему преобразования энергии с совершенно другой стороны, что может положить начало новым разработкам в данной области.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что придуманную мной систему преобразования молнии в электроэнергию можно использовать в описанных мной районах, а также представлены чертежи и 3-д модель для понимания широкой аудитории.

В ходе проведения исследовательской работы я изучила природу молнии и ее свойства, а также методы преобразования. Придумала, проанализировала и сделала модель грозовой фермы, которая сможет заменить традиционные электростанции, не нанося вред экологии. Я разработала концепцию преобразования энергии молнии в тепловую, а после уже в электрическую, проведя расчеты по коэффициенту полезного действия данной грозовой фермы. Также на практике проверила возможность изменения температуры воды с помощью нагревательного элемента под действием электрического тока. В заключении необходимо отметить, что возможность мгновенного преобразования энергии молнии в полезную работу вполне реальна. Перспективы дальнейшего исследования проблемы я вижу в более подробных экспериментах насчет преобразования молнии и создании реальной модели грозовой фермы. Своей работой я хотела привлечь внимание людей к альтернативным источникам энергии, а точнее к грозовой энергетике. Результаты исследования меня заставили задуматься о возможности реального применения грозовой энергетике. Основной источник среди научной литературы, которую я использовала при работе над проектом – это книга советского

физика-теоретика, члена-корреспондента АН СССР, лауреат Сталинской премии первой степени Я.И. Френкеля «Теория явлений Атмосферного электричества».

## ”Безопорное” взаимодействие. Парадокс и решение

Автор:

СМИРНОВ Матвей Дмитриевич, МОУ «Лицей прикладных наук им. Д.И. Трубецкова», г. Саратов, 11 класс

Научный руководитель:

МАКУРОВА Елена Владимировна, учитель физики МБОУ «СОШ №32»

**Цель работы:** Экспериментально получить и измерить силу взаимодействия непараллельных проводников.

**Задачи:**

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Повторить ранее поставленные эксперименты в этой области.
- 3) Разработать схему эксперимента, исключая влияние дополнительных эффектов
- 4) Рассчитать линейные размеры установки для исключения действия неподвижных проводов
- 5) Собрать экспериментальную установку
- 6) Измерить возникающую силу и проверить согласование с расчетом

**Актуальность:** Сила, оказывающая действие на проводник, возникает в результате действия поля, созданного самим проводником, но в силу замкнутости системы, все законы сохранения выполняются. Упоминание того, что третий закон Ньютона не выполняется для участков тока, не встречается в учебной литературе, а потому непопулярность «парадокса», может особо любознательных школьников заводить в дебри лженауки. Неясность описываемого явления становится частым предметом споров среди учащихся. В классической учебной литературе для школьников не уделяется внимание непараллельным проводникам.

**Описание работы:** Основное содержание работы – постановка экспериментов для обнаружения силы взаимодействия непараллельных участков сплошной рамки с током. Проводится повторение опыта, поставленного учеными из Узбекистана в 70е годы: в две ванночки с закрепленными на дне электродами наливается раствор электролита. На поверхность жидкости на поплавках из пенопласта помещается П-образная рамка, концы которой опущены в электролит в разные ванночки. К пластинам на дне ванночек подается напряжение. (рис.1). В результате повторения эксперимента выясняется, что движению рамки способствовала циркуляция электролита под действием протекающего тока. Чистота экспериментов ставится под сомнение и разрабатывается оригинальная схема эксперимента: Рамка с током помещается на весы (электронные или рычажные). Концы рамки погружаются в стаканы с жидким металлом (в экспериментах - галлий). Жидкое соединение позволяет исключить механическое напряжение и увеличивает точность измеряемой силы, состояние равновесие становится более устойчивым. К стаканам прикладывается напряжение.(рис.2) При этом динамические процессы (движение рамки) сменились на статические (измерение разности веса). Были произведены измерения возникаемой силы и сравнение с рассчитанными величинами(рис.3). Приводятся расчеты зависимости возникаемой силы от линейных размеров рамки и тока.(рис. 4-7). Делается замечание, что в результате увеличения линейных размеров рамки, действие отдаленных участков рамки незначительно. На основании этого же замечание делается вывод, что действие другой части цепи(необходимой для протекания тока) влияние на рамку не оказывает. Возникает кажущийся парадокс «безопорной» силы. Приводится решение парадокса в виду существования только замкнутых токов, а также симметричности цепи(рис.8). Если для отдельных участков выполнение третьего закона Ньютона нарушается, то для всей замкнутой цепи он выполняется. Предлагается дополнительный эксперимент (не поставленный в работе): возбуждение колебаний в открытом колебательном контуре. При этом выполняется замкнутость системы (система замыкается на излучатель через поле) и в цепи поддерживается ток в виде гармонических колебаний.

В результате работы получены следующие **выводы:**

- 1) В экспериментах с движением рамки по поверхности электролита нельзя однозначно сказать, что приводит рамку в движение. Существенное влияние оказывает циркуляция электролита, а также может оказать влияние распределение тока в самом электролите

- 2) При протекании тока через П-образный проводник возникает сила. Эту силу удалось регистрировать с помощью отклонения механических весов, измерения при помощи электронных весов и наблюдать в виде выбрасывания рамки из стаканов с галлием при уменьшении массы рамки.
- 3) Измеренная сила согласуется с расчетом
- 4) Возникающая сила не обусловлена влиянием магнитного поля Земли и действием неподвижных проводников.
- 5) Сила возникает при низкочастотных колебаниях электрического тока
- 6) Наблюдаемая сила согласуется с основными законами сохранения при рассмотрении всей системы в целом.

#### Источники информации:

- 1) *Фейнман.Р., Лейтос Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике Вып 6. М.: Мир., 1977
- 2) *Р.Г.Сигалов, Т.И. Шаповалова, Х.Х.Каримов, Н.И.Самсонов.* Новые исследования движущих сил магнитного поля, Ташкент, «ФАН», УзССР, 1975

#### Приложение

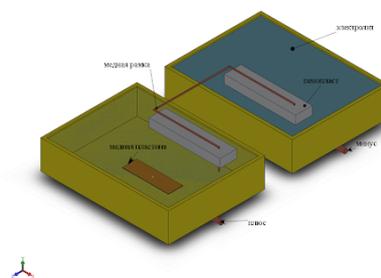


Рис. 1.

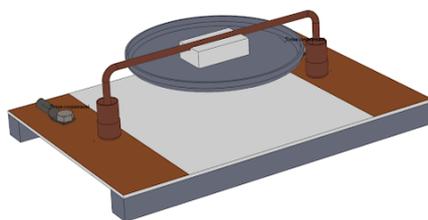


Рис. 2.

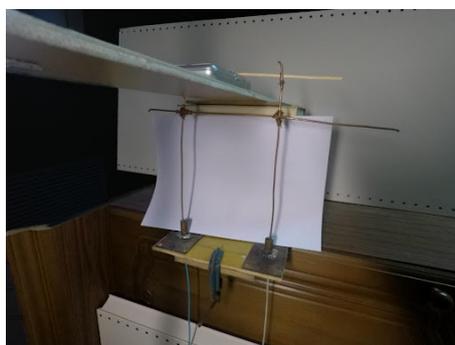


Рис. 3.

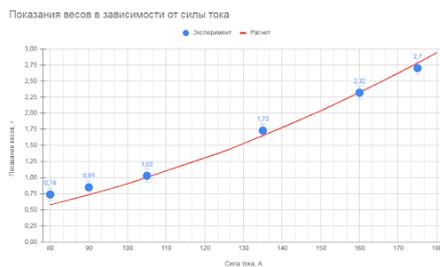


Рис. 4.

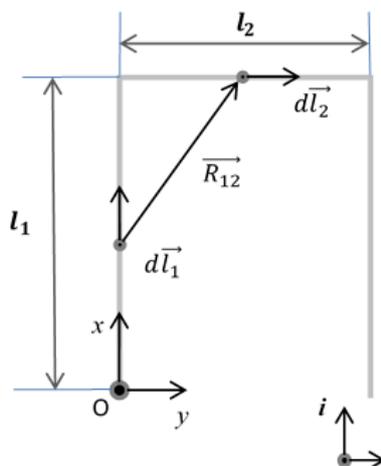


Рис.4

Рис. 5.

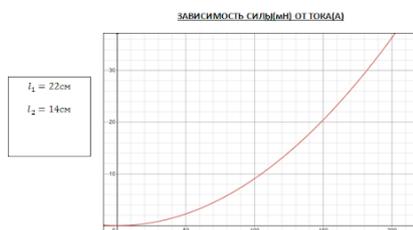


Рис. 6.

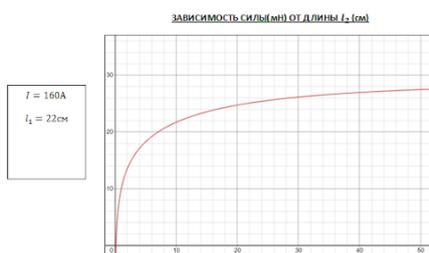


Рис. 7.



Рис. 8.

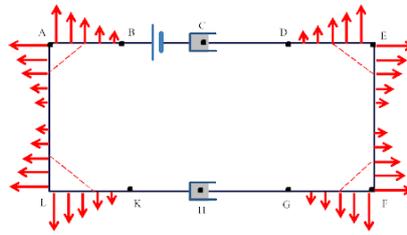


Рис. 9.

## Изучение колебаний маятника с системой массивных пружин

Автор:

СТРЮКОВ Данила, МАОУ СОШ «№55» г. Нижний Новгород, 10 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

КУЗНЕЦОВ Олег Юрьевич, учитель физики и математики

Физика колебаний развивается давно и многое уже изучено. В данной работе исследуются колебания обычного пружинного маятника с последовательно соединенными пружинами (2, 3 и 4 пружины), а именно, как согласуются теоретические формулы для эффективной жесткости (коэффициентов упругости) последовательно соединенных пружин с экспериментом, как влияет масса пружин на результаты исследований.

**Цель работы** – исследовать колебания пружинного маятника с реальными пружинами, (обладающими массой), соединенными последовательно и выяснить причины расхождения теоретических данных с экспериментальными и по возможности подкорректировать теоретические представления.

**Актуальность** данной работы в том, что все, что связано с изучением колебательных процессов по-прежнему актуально для современной науки и техники.

**Значимость исследования и научная новизна** заключается в получении новой информации о колебательных системах «груз на пружинах, соединенных последовательно».

**Предмет исследования** – пружинные маятники с системой последовательно соединенных пружин разной жесткости и массы.

**Объект исследования** – колебания пружинных маятников с системой последовательно соединенных пружин.

Проблемой в данной теме является то, что обычно в теории колебаний пружинного маятника с последовательно соединенными пружинами не учитываются массы пружин и поэтому в реальных экспериментах получаются отличные от теории результаты, причем, периоды колебаний разнятся в зависимости от того, в какой последовательности соединены пружины (более «мягкая» сверху или снизу).

В данной работе проведена серия экспериментов с разными по массе и жесткости пружинами, выяснены причины отличия от теоретических расчетов, предложены формулы, дающие более реальные значения для периода колебаний пружинного маятника с последовательно соединенными массивными пружинами.

### Задачи, поставленные и выполненные в работе:

- 1) Собрать экспериментальную установку для проведения экспериментов по изучению колебательных систем груз на пружинах, соединенных последовательно.
- 2) Провести серию измерений коэффициентов упругости пружин по закону Гука, сняв предварительно графики зависимостей сил упругости пружин от их удлинения.
- 3) Провести серию измерений периодов колебаний пружинных маятников с одним грузом и одной пружиной с разными жесткостями.
- 4) Сравнить результаты измерений жесткостей пружин, полученных статическим методом по закону Гука и динамическим с использованием формулы для периода колебаний с учетом массы пружины
- 5) Исследовать характеристики колебаний двух соединенных пружин разной жесткости.
- 6) Исследовать характеристики колебаний трех последовательно соединенных пружин.
- 7) Исследовать характеристики колебаний четырех последовательно соединенных пружин.
- 8) Сравнить полученные экспериментальные данные с теорией, не учитывающей массы пружин.
- 9) Предложить расчетные формулы для периода колебаний, учитывающие порядок последовательности пружин в колебательной системе.

Использованные в работе приборы и материалы: четыре разных цилиндрических пружины, отличающиеся по жесткости и по массе, линейка, секундомер (на смартфоне). Для удобства пружины были пронумерованы (1-4). Массы пружин измерялись при помощи электронных весов (точность 0,1 г). Удлинение пружин измерялось линейкой (абсолютная погрешность 1 мм). Период колебаний вычислялся по формуле  $T = t/N$ , точность при 40 колебаниях составила 1,5%. В каждой серии опытов количество измерений было не менее 10, чтобы проверить повторяемость и повысить точность измерений. Расчеты по предлагаемым в работе формулам дают результаты, близкие к экспериментальным.

В итоге выяснилось, что наибольший период колебаний имеет место, когда самая мягкая пружина находится сверху и наименьший, когда сверху самая жесткая пружина, а самая мягкая внизу.

Так же, как и в случае с 3 последовательно соединенными пружинами, наибольший период колебаний 4 последовательно соединенных пружин с грузом имеет место, когда самая мягкая пружина находится сверху, самая жесткая – снизу, и наименьший период колебаний, когда сверху самая жесткая пружина, а самая мягкая внизу.

В данной работе исследованы колебания пружинного маятника с 2, 3 и 4 последовательно соединенными пружинами разной жесткости. Были измерены коэффициенты упругости 4 различных пружин, проведена серия экспериментов по измерению периодов колебаний систем, состоящих из груза и последовательно соединенных пружин. В работе показано, что учет массы пружин приводит к тому, что на период колебаний такой колебательной системы влияет последовательность расположения пружин: период колебаний больше, если вверху находятся менее жесткие пружины, а внизу – более жесткие.



Рис.1 Вид экспериментальной установки.



Рис.2. Приборы и материалы.

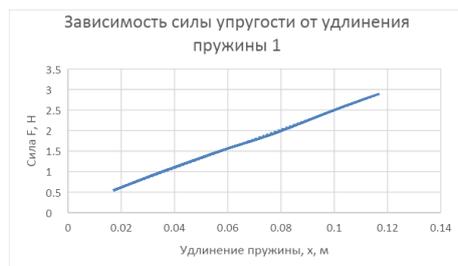


Рис.3. Зависимость силы упругости от удлинения пружины 1.

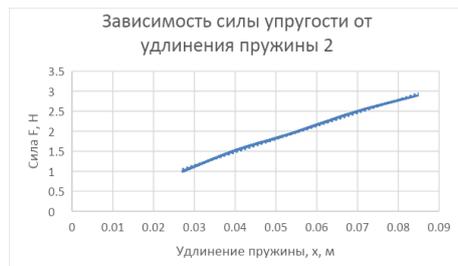


Рис.4. Зависимость силы упругости от удлинения пружины 2.

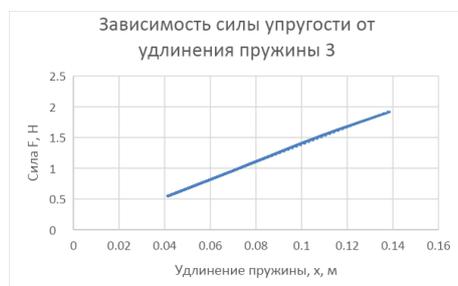


Рис.5. Зависимость силы упругости от удлинения пружины 3.

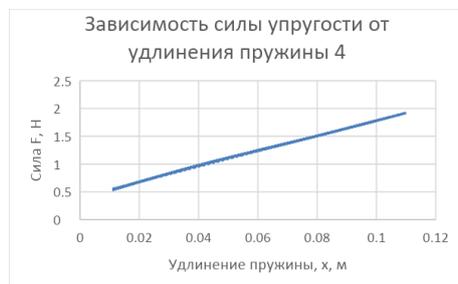


Рис.6. Зависимость силы упругости от удлинения пружины 4.

**Источники информации:**

- 1) *Савельев И.В.* Курс общей физики.-М.: Наука, 1982\_ т.1-432 с.
- 2) *Трофимова Т.И.* Курс физики. – М.: Высшая школа, 1985. – 462 с.
- 3) *Магнус К.* Колебания: введение в исследование колебательных систем. Пер. с нем.-М.: Мир, 1982.
- 4) Физический практикум. Механика. Под ред. *А.А. Игнатъева*. Саратов. Из-во Саратовского университета.2012.
- 5) *Рахманкулова Г.А., Кумыш М.М., Суркаев А.Л.* Определение жесткости пружины по методу колебаний и изучение основных параметров затухающих колебаний. Волгоград.2013.

## Деформация горячей спички

Автор:

СУВОРОВА Мария Дмитриевна, МБОУ «СОШ №4 им. Л. Г. Осипенко» г. Обнинск Калужской области, 10 класс физико-химического профиля

Научный руководитель:

КРЫЛОВА Виктория Евгеньевна, учитель физики высшей квалификационной категории МБОУ «СОШ №4 им. Л. Г. Осипенко» г. Обнинск Калужской области

**Цель работы:** изучить процесс деформации спички экспериментально и подтвердить математическую модель.

### Основные задачи:

- 1) Для качественной оценки предположения о причинах, вызывающих деформацию спички, необходимо выполнить количественную оценку.
- 2) Для измерения температуры горячей спички в эксперименте было использовано оборудование «Цифровой лаборатории» фирмы «Научные развлечения». В состав комплекта входил нэтбук, датчик температуры, измеряющий температуру от 0°C-1000°C, также использовался лабораторный штатив, лапка, спички различной толщины, для обеспечения безопасности была использована емкость с водой.
- 3) Для эксперимента были взяты стандартные спички, измерялась температура верхней и нижней частей спичек. Измерения температуры проводились по всей длине на нескольких спичках.
- 4) Для следующего эксперимента были взяты каминные спички, измерялась температура верхней и нижней частей. Измерения температуры, как и в первом эксперименте, проводились по всей длине на нескольких спичках.

Измерения  $\Delta t$  для стандартных спичек, сделанные с помощью термопары дали значения  $t_{\text{верхн}} = (636 \pm 10)^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{нижн}} = (454 \pm 10)^\circ\text{C}$  и  $\Delta t = (182 \pm 20)^\circ\text{C}$ .

Принимая  $d = 0,2 \text{ cm}$ ,  $l_0 = 3,8 \text{ cm}$ ,  $h = 1,4 \text{ cm}$ ,  $\alpha = (5 \div 10) \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$  по формуле  $\Delta t = \frac{h}{l_0^2} \frac{d}{\alpha}$  находим  $\Delta t = (194 \div 389) \text{ (град)}$ .

Измерения  $\Delta t$  для каминных спичек, сделанные с помощью термопары дали значения  $t_{\text{верхн}} = (519 \pm 10)^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{нижн}} = (452 \pm 10)^\circ\text{C}$  и  $\Delta t = (67 \pm 20)^\circ\text{C}$

**Итоги исследования.** Результаты расчетов температуры для стандартной спички по формуле выбранной модели согласуются с результатами прямых измерений температуры с помощью термопары. Проанализировать соотношение результатов для каминной спички не удалось, так как ее поведение при горении отличается от поведения стандартной спички. Она закручивается вокруг своей оси, то есть ее деформация не соответствует описанной деформации изгиба.

### Источники информации:

- 1) Научно-популярный физико-математический журнал «Квант» №12 1978 г.
- 2) Методическое руководство по работе с комплектом «Цифровая лаборатория» «Научные развлечения» 2011 г

## Физика возникновения снежных лавин

Автор:

ТАРАСОВА Арина Андреевна, МБОУ СШ №8 г. Выкса Нижегородской области, 10 класс технологического профиля

Научный руководитель:

ДЕМИНА Елена Константиновна, учитель физики МБОУ СШ №8 г. Выкса Нижегородской области.

**Цель:** Цель данной работы заключается в изучении причин и моделировании возникновения снежных лавин, выяснение условий схода лавин.

### Задачи исследования:

- 1) проанализировать и обобщить литературные материалы по вопросам лавин;
- 2) изучить факторы лавинообразования;
- 3) объяснить явления и процессы, происходящие в снежном покрове;
- 4) опытным путем измерить физико-механические характеристики снежного покрова;
- 5) смоделировать и изучить механизм возникновения снежной лавины.

### Методы исследования:

- описательный метод (сбор и анализ литературных источников, Интернет-ресурсов);
- метод наблюдения;
- экспериментальный метод.

- 1) Изучение данной темы при помощи научной литературы и Интернет-ресурсов;
- 2) Определение физико-механических характеристик снега и их зависимостей;
- 3) Моделирование начала движения снежной лавины и выявление важных условий ее схода;
- 4) Анализ полученных результатов.

### Результаты исследований

Для начала исследования необходимо было измерить высоту снежного покрова и температуру снега. Можно заметить, что чем ближе к поверхности земли, тем теплее. Следующий вопрос был связан с определением плотности снега. Ни в одной таблице физических величин мы не найдем плотности снега. Эта величина может меняться в широких пределах. В наших измерениях средняя плотность снега составляет  $153 \text{ кг/м}^3$ . Плотность снега изменяется по глубине снежного покрова, а также при изменении температуры воздуха и температура снега. С повышением температуры плотность снега увеличивается. Коэффициент внутреннего трения характеризует отношение силы трения снега по снегу к нормальной силе, действующей на поверхность трения. Он увеличивается с ростом плотности снега и с понижением температуры снега. Измерение коэффициента трения для средней плотности снега  $153 \text{ кг/м}^3$  при температуре от  $-1^\circ\text{C}$  до  $-6^\circ\text{C}$  дал результат  $\mu=0,4$ . На сход лавины влияют следующие факторы: величина уклона горы, масса снега и коэффициент трения. Снежная лавина будет находиться в покое, пока сталкивающая сила уравновешена силой трения покоя. Сход снежной лавины будет определяться её углом откоса, который зависит от коэффициента трения снега. Для полноты исследования было выполнено моделирование снежной лавины с помощью бруска и наклонной плоскости. Движение бруска массой 100 грамм и с коэффициентом трения 0,3 по наклонной плоскости происходит при угле откоса больше или равном  $20^\circ$ . А сход лавин наиболее вероятен при уклоне горы от  $30^\circ$  до  $45^\circ$ . Сход лавин зависит от массы снега; чем больше масса снежного покрова, тем больше вероятен сход лавины при меньшем угле откоса. Другой фактор, способствующий сходу лавин – это солнце. Снег подтаивает, вода просачивается в нижние слои снега, тают смерзшиеся кристаллы, и уменьшается трение. Это приводит к лавине.

### Актуальность работы.

Снежные лавины – одни из наиболее опасных чрезвычайных ситуаций природного характера. Это реальная угроза жизни, здоровью человека и материальным ценностям. С каждым годом растет внимание к освоению гор, в связи с этим увеличивается и лавинная опасность. Поэтому необходим

своевременный учёт лавинной активности используемых территорий, оценка угрожающего воздействия, эффективная защита и предупреждение схода лавин и возникновения чрезвычайных ситуаций. Жители города или деревни могут наблюдать собственную «домашнюю» лавинную катастрофу. Снег постепенно сползает с крутых крыш и потом обрушивается вниз на землю, а иногда на людей, и это не всегда заканчивается только испугом - известны случаи гибели людей под такими лавинами с крыш.

#### Выводы исследования.

Устойчивость снежного покрова, лежащего на склоне, определяется тем, насколько скатывающая сила  $mg \sin \alpha$  меньше значения удерживающей силы. Снег неподвижен, пока  $mg \sin \alpha < F$ ; при этом скатывающая сила уравнивается удерживающей силой:  $mg \sin \alpha = F_{\text{тр}}$ . Сход лавин описывается проявлениями действия сил трения и зависит от трёх факторов: угол откоса, масса снега и коэффициента трения. Простейшая модель движения лавины как движения тела (материальной точки) по наклонной плоскости по второму закону Ньютона применимо лишь в качестве приближения. Она далеко не всегда соответствует движению реальных лавин, так их движение достаточно сложное в изучении и описании.

#### Источники информации:

- 1) *Войтковский К.Ф.* «Лавиноведение». Учебное пособие, М.: Изд-во МГУ, 1989
- 2) *Лосев К.С.* «По следам лавин», М.: Гидрометеиздат, 1983
- 3) *Отуотер М.* «Охотники за лавинами», М.: Мир, 1972
- 4) *Тарасов Л.В.* «Физика в природе», М.: Просвещение, 1988
- 5) *Тушинский Г.К.* "Лавины. Возникновение и защита от них
- 6) Лавины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 7) Снежные лавины: география. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 8) Глобальная школьная лаборатория [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 9) Физико-механические свойства снежного покрова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 10) Основные физические параметры снежного покрова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 11) Таблица «Зависимость коэффициента внутреннего трения снега от его плотности и температуры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)

## Невозвратный картезианский водолаз. Исследование условий плавания тел

Авторы:

ТОЛСТИКОВА Вероника Алексеевна, ШУРЫГИНА Ксения Даниловна МОУ «Гимназия №11 Дзержинского района Волгограда», г. Волгоград

Научный руководитель:

ЗИНОВЬЕВ Дмитрий Александрович, учитель физики и информатики МОУ «Гимназия №11 Дзержинского района Волгограда»

**Цель работы:** исследовать условия плавания тел на примере картезианского водолаза и выяснить причины его невозвратности после погружения.

### Задачи:

- 1) изучить теоретические основы условий плавания тел;
- 2) собрать экспериментальную установку на основе картезианского водолаза для исследования влияния физических параметров на условия его плавания;
- 3) провести исследование влияния внешних физических условий на плавание картезианского водолаза.

**Практическая значимость:** научно-исследовательский проект и его результаты можно использовать как практическую работу для дополнительного изучения материала по физике, не входящего в школьный курс.

### Описание работы:

Для исследования влияния физических параметров на плавание картезианского водолаза была собрана экспериментальная установка, представляющая собой пластиковую бутылку с водой внутри которой плавала пробирка, имеющая воздушный пузырь. В пробке бутылки были проделаны два отверстия для трубок. К одной трубке подсоединялся электронный датчик давления, предназначенный для фиксирования внешнего давления, а к второй трубке пластиковый шприц, с помощью которого можно устанавливать начальное внешнее давление при проведении экспериментов. Глубина погружения картезианского водолаза определялась по мерной ленте, закрепленной на внешней стенке бутылки. Весь ход исследования записывался на камеру для удобства фиксации физических параметров и дальнейшего отображения зависимостей.

### Итоги исследования:

Проведя ряд экспериментов и анализируя видео материал, мы получили таблицу зависимости глубины невозвратного погружения картезианского водолаза от внешнего давления. Предварительное изучение теоретического материала и эксперименты позволили выдвинуть и подтвердить предположение о влиянии дополнительного гидростатического давления, оказываемого на картезианский водолаз, тем самым препятствующего его всплытию.

### Источники информации:

- 1) *А.В. Перышкин.* Физика 7 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений- М.: Дрофа, 2018г.- 221с.
- 2) [Ссылка](#) - Картезианский водолаз. Интернет- ресурс «Квантик».
- 3) [Ссылка](#) - Наука. Club. Условия плавания тел- формулы, основные принципы и положения закона Архимеда.

## Определение геометрических размеров капли в зависимости от условий наблюдения

Авторы:

МАРТЫНОВ И.Б., ТРИФОНОВА А.Д. ГБОУ школа №109 10 класс «В»

Научный руководитель:

ВЛАСОВА Н.О., ГБОУ школа №109

Работа посвящена определению зависимости геометрических размеров капли исследуемой жидкости (капли), в том числе длины ее шейки, от условий, в которые она помещена. Экспериментально определены размеры капли, нормированные на радиус недеформированной капли, полученной в условиях искусственно созданной невесомости. Теоретически определены радиусы кривизны сидячей и свисающей капли заданной плотности, а также показана зависимость радиуса круга соприкосновения жидкости со смачиваемой поверхностью и длины шейки капли от температуры.

**Актуальность** данного исследования обусловлена необходимостью расширения области знаний о свойствах капель жидкости, как объектов, включенных в основные процессы жизнедеятельности, и отсутствием достаточного количества информации в научно-популярной литературе о характере зависимости размеров капель жидкости от внешних условий.

**Ключевые слова:** жидкость, геометрические размеры, поверхностное натяжение, шейка капли, смачиваемость.

**Цель:** определить геометрические размеры капли в зависимости от условий наблюдения.

**Задачи:**

- 1) определить радиус недеформированной капли жидкости, используя искусственные условия невесомости (эталонная величина)
- 2) определить абсолютные и нормированные размеры капли жидкости, свисающей из пипетки, в т.ч. длину и радиус шейки капли
- 3) на основе полученных экспериментально значений определить радиусы кривизны лежащей и свисающей капли в зависимости от удаленности от центра капли;
- 4) теоретически, с помощью математических методов обработки экспериментальных данных определить функцию зависимости радиуса круга соприкосновения капли жидкости со смачиваемой поверхностью от температуры, а также длину шейки капли. - Экспериментально проверить полученные теоретические результаты

**Полученные результаты:**

- 1) с помощью экспериментальных методов и цифровых способов обработки результатов эксперимента определены абсолютные и нормированные на радиус недеформированной капли размеры капли исследуемой жидкости в зависимости от условий наблюдения. В том числе длина и радиус шейки капли, радиус кривизны краевой угол сидячей капли.
- 2) теоретически построена и экспериментально проверена зависимость радиуса круга соприкосновения капли со смачиваемой поверхностью от температуры
- 3) теоретически получена зависимость длины шейки капли от температуры
- 4) теоретически получена зависимость радиуса кривизны лежащей и свисающей капли для точек, находящихся на различном удалении от центра

**В будущем** планируется решить следующие задачи:

- 1) провести исследование с жидкостью другой плотности и проверить гипотезу о том, что полученные нормированные значения геометрических размеров капли сохраняются при той же температуре;
- 2) определить зависимость нормированных размеров капли от температуры;
- 3) создать математические модели свисающей (из пипетки), свисающей с поверхности и лежащей капли, отражающие характер изменения их форм от температуры



**Источники информации:**

- 1) Журнал “Потенциал”, №11, 2017, стр. 65
- 2) Научно-популярный физико-математический журнал “Квант”, 2015 год, май-июнь 3, стр. 3
- 3) «Особенности испарения двух капель воды, движущихся последовательно через высокотемпературные продукты сгорания», *Р.С. Волков, Г.В. Кузнецов, П.А. Стрижак*, Теплофизика и аэромеханика, 2014, том 21, № 2, стр. 243
- 4) «Форма капель жидкостей, помещенных на твердую горизонтальную поверхность», *С.И. Матюхин, К.Ю. Фроленков*, 2013 Конденсированные среды и межфазные границы, том 15, № 3, С. 292—304
- 5) [Ссылка](#)

## Определение геометрических размеров капли в зависимости от условий наблюдения

Авторы:

УЛЫБИНА Анна Сергеевна, ПОПОВА Юлия Игоревна  
на МОУ «Лицей 40»

Научный руководитель:

ЛОГИНОВ Дмитрий Владимирович, доцент кафедры физики твердого тела, Петрозаводский государственный университет

**Цель работы:** изучение структуры образцов светлого янтаря найденных на побережье Балтийского моря.

**Задачи, вытекающие из цели:**

- 1) Составить литературный обзор по проблеме исследования.
- 2) Проанализировать химический состав.
- 3) Изучить методы обработки рентгенограмм аморфных материалов.
- 4) Рассчитать характеристики ближнего порядка.
- 5) Составить краткую карту разновидностей.

На территории Карелии можно встретить достаточное количество как драгоценных, так и полудрагоценных минералов, которые нашли своё широкое использование в изготовлении украшений. Но известно также большое разнообразие поделочных камней, по структуре схожих с янтарём. Актуальность к изучению структуры светлого и тёмного янтаря обусловлена наличием в литературе только информации о химическом составе и в основном исследования носят описательный характер. Сам по себе янтарь является аморфным веществом, что усложняет исследование структуры, а именно требуется изучение областей ближнего упорядочения. В базе данных Минкрис и др. не содержится информации о характеристиках ближнего порядка. Был проявлен интерес к изучению структуры светлого и тёмного янтаря (Рис. 1).



Рис.1 Исследуемые материалы(светлый янтарь)

Проблема исследования заключается в отсутствии объектов исследования в базах данных Минкрис и др. Рентгенографирование проводилось на дифрактометре ДРОН-6 в МоК $\alpha$  – излучении. Рентгенограммы исследуемых образцов приведены на рисунке 2.

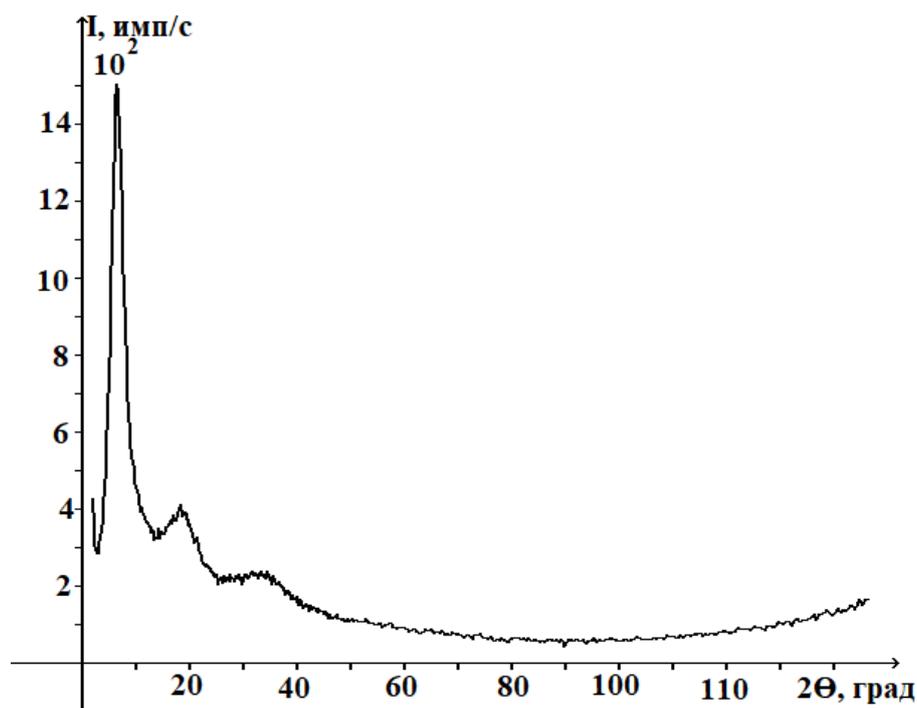


Рис.2 Рентгенограмма образца 1)

Качественный фазовый анализ базируется на точном определении положения и интенсивности линий дифракционных спектров. [1] Поиск искоемых фаз осуществлялся путём сравнения положения интенсивности реперных линий данными с карточек фаз в базе данных неорганических материалов. Качественный фазовый анализ не ставит цель в расшифровке структуры, но позволяет с высокой точностью идентифицировать фазовый состав вещества, это возможно в силу того, что каждый материал обладает своей собственной картиной рассеяния. В ходе исследования использовались такие программы как NureChem и Mercury для составления структурной схемы янтаря по химическим элементам, входящих в его состав. Рентгенографирование проводилось в диапазоне углов  $2\theta$  от 2 до 145 градусов. Излучение MoK, геометрия съемки на отражение. Рентгенограмма янтаря характерна для аморфного материала. Таким образом проведение качественного фазового анализа в явном виде не возможно. Подход к изучению таких материалов разработан на кафедре физики твердого тела Петрозаводского государственного университета и основан на изучении структуры методом Уоррена-Финбака. Данный метод позволяет рассчитать характеристики ближнего порядка (порядок в расположении частиц, имеющий место в газах, жидкостях и аморфных твердых телах и распространяющийся на расстояния, отвечающие нескольким межатомным (межмолекулярным) расстояниям): число частиц в сферическом слое, заключенном между сферами радиусов  $r$  и  $r + dr$ , межатомные расстояния, интенсивность, кривая  $W(r)$ , каждая точка которой представляет собой плотность вероятности существования в системе пары частиц, находящихся на расстоянии  $r$  друг от друга. Каждый химический элемент, входящий в состав янтаря, характеризуется собственным коэффициентом поглощения, дисперсионными поправками, коэффициентами  $b_1 - b_5$ . В проведении расчетов также принимают участие экспериментальные интенсивности  $I()$ , обозначается обычно  $D(r)$ . Положения пиков дают соответствующие межатомные расстояния. Анализируя набор полученных межатомных расстояний, можно идентифицировать тип атомов, находящихся на данном расстоянии. В рамках поставленной цели на данный момент проведено рентгенографирование всех образцов. Изучена методика обработки экспериментальных данных. Подобран химический состав. Рассчитана кривая функции парного взаимодействия. В настоящий момент проводится теоретический расчет характеристик ближнего порядка.

#### Источники информации:

- 1) Репникова Е.А. Рентгенографический фазовый анализ // Методические указания по лабораторным работам для студентов физических специальностей, Изд. ПетрГУ, Петрозаводск, 1997 – 24с.
- 2) Аморфные и наноразмерные материалы [Электронный ресурс], режим доступа – свободный. [Ссылка](#)

## Явление синхронизации пламени свечей

Автор:

ХАШАЕВ Раиль Муслимович, СОШ №71 г. Ташкента, Узбекистан

Научный руководитель:

ХАШАЕВ Муслим Мусагитович, кандидат физико-математических наук; Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г.Ташкенте, доцент

Недавно исследователями из Японии было обнаружено такое явление, как синхронизация пламени свечей [1]. Суть его заключается в том, что если поставить вплотную несколько свечей, так чтобы их пламени сливались в одно, то такое объединенное пламя начинает совершать колебания, т.е. является осциллятором. Если поставить рядом несколько таких осцилляторов, то они синхронизируются и могут колебаться как в фазе, так и в противофазе в зависимости от расстояния между ними.

В настоящее время для описания данного явления существует два принципиально разных подхода. Первый подход основан на представлениях о «вихревых дорожках», второй – на теплообмене и выгорании кислорода. Статьи, основанные на обоих подходах, выходят до сих пор, и пока нет единого мнения по этому поводу. В этой работе подробно разбирается первый подход.

**Целью** данной работы является экспериментальное исследование изучаемого явления, его качественное теоретическое описание и сравнение результатов математического моделирования с экспериментом.

Горение – это реакция взаимодействия горючего вещества, в нашем случае парафина свечи, с кислородом, и тогда наблюдаемое явление можно качественно описать следующим образом. В случае одной свечи парафина выделяется мало и кислорода для поддержания постоянной скорости реакции оказывается достаточно, если же поставить несколько свечей рядом, то в единицу объема поступает большое количество парафина и окружающего кислорода оказывается недостаточно для поддержания постоянной реакции, вследствие чего в некоторые моменты времени пламя горит интенсивно, после чего кислород выгорает и пламя опускается до прихода новой порции кислорода из конвекционных потоков. Если поставить рядом два таких осциллятора, то они могут синхронизоваться в двух режимах: в фазе и противофазе, в зависимости от расстояния между ними. В работе определялись эти расстояния для нескольких типов свеч и выявлялись общие закономерности. В рассматриваемой модели данное явление объясняется теплообменом, т.е. обменом энергией между осцилляторами, вследствие которого осцилляторы влияют друг на друга, регулируя количество частиц способных переступить энергетический барьер реакции. Далее на основе этих качественных представлений проводится численное моделирование явления при помощи Wolfram Mathematica и затем сравнение результатов моделирования с экспериментом.

**Актуальность.** Различные синергетические процессы (процессы самоорганизации) широко исследованы и используются в самых разных областях знания: в социологии, медицине, химии, биологии и т.д. Синергетика занимается изучением вопросов самоорганизации структур самой различной природы, условиями возникновения подобных структур, их эволюцией в пространстве и во времени, исследованием устойчивости и распада. И в этом смысле исследование самоорганизации пламени нескольких свечей является одним из примеров таких синергетических процессов, что обуславливает актуальность темы.

**Итоги.** В данной работе мы показали метод описания явления синхронизации пламени свеч, основанный на теплообмене и выгорании кислорода, указали на его справедливость и возможность применимости, тем самым немного расширив представления о синергетических явлениях в физике.

**Источники информации:**

- 1) Kitahata H. et al. Oscillation and synchronization in the combustion of candles. J. Phys. Chem. A 113, 8164–8168. [Ссылка](#) (2009).

## Распределение интенсивности в фокусе аберрационной цилиндрической линзы

Автор:

ХИТРИН Дмитрий Максимович, 11 класс, МБОУ «Лицей №40», Нижний Новгород

Научный руководитель:

КАРПОВ Кирилл Александрович, Аспирант 1 курса МФТИ

**Актуальность:** В исследованиях физики ультрохолодных газов применяют оптические дипольные атомные ловушки для удержания и охлаждения веществ. В таких ловушках атомы удерживаются в полости, со всех сторон окружённой лазерным излучением. Негативные эффекты в оптических системах таких ловушек во многом определяются аберрациями. Изучение распределения интенсивности лазерного излучения в фокусе аберрационной линзы позволяет продвинуться в создании более совершенной оптической системы ловушки для ультрохолодного газа. Локальные максимумы интенсивности приводят к нагреву атомов внутри ловушки, что является нежелательным эффектом.

**Задача и цель исследования:** разработать метод устранения локальных максимумов внутри полости ловушки, приводящих к увеличению средней кинетической энергии движения атомов.

**Теория:** в корне проблемы попадания в полость ловушки лазерного излучения лежит сферическая аберрация линзы: по обе стороны от максимума лазерного излучения находятся области локальных максимумов излучения (рис. 1).

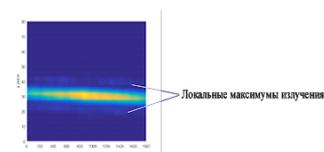


Рис. 1 Пучок лазерного излучения в фокусе

Поскольку повышение температуры области вокруг ловушки не влияет на изменение температуры полости ловушки, нашим решением задачи будет снижение влияния сферической аберрации линзы с помощью аберрации типа «кома». Данный вид аберрации позволяет переместить локальные максимумы излучения на одну сторону от основного максимума. С помощью нашего решения локальные максимумы излучения не будут попадать в полость ловушки и нагревать вещество, а будут находиться снаружи полости ловушки.

Кома возникает за счёт того, что параллельно идущие лучи после прохождения линзы собираются не в одной точке, что является следствием изменения угла, под которым лазерный луч падает на линзу (рис. 2). То есть для наблюдения данного эффекта необходимо либо наклонить источник излучения, либо изменить угол расположения линзы относительно нормали. Мы прибегли ко второму способу. В работе приведена экспериментальная и теоретическая оценка минимального угла, при котором кома снижает эффект сферической аберрации.

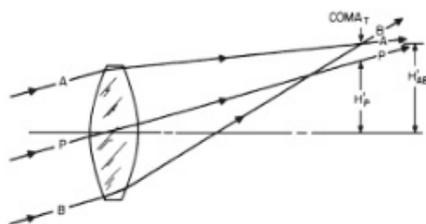


Рис.2 Аберрация типа кома

**Эксперимент** проводился с наклонённой и не наклонённой линзой, чтобы определить действенность способа снижения влияния сферической аберрации. По зафиксированным параметрам экспериментальной установки рассчитывался искомый угол. Результатом опыта являются профили

интенсивности пучка лазерного излучения после прохождения через наклонённую линзу (рис. 3). Экспериментальная оценка оптимального угла наклона линзы приведена в таблице 1.

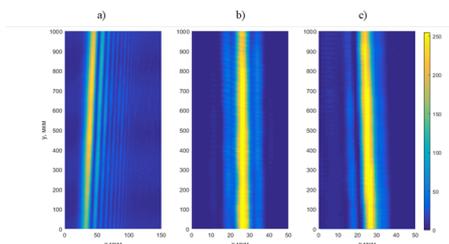


Рис.3 пучок лазерного излучения после прохождения наклонённой цилиндрической линзы:

- а) кома, наблюдаемая во время опыта с наклонённой линзой  
 б) сферическая aberrация, наблюдаемая в опыте без наклона линзы  
 кома, наблюдаемая во время опыта с углом наклона меньшим, чем на снимке а)

Случай	Угол наклона линзы, рад	Угол наклона линзы, °
а)	0.0623	3.6017
с)	0.0428	2.4517

Таблица 1 Экспериментальная оценка оптимального угла наклона линзы

Для **теоретического** расчёта угла поворота линзы сначала необходимо разложить выведенные нами функции зависимости фокусного расстояния линзы от высоты падения луча на неё в ряд Тейлора в окрестности 0. От полученного разложения необходимо перейти к разложению волновой aberrации по известному из литературы механизму. Если алгебраическая сумма слагаемых в разложении волновой aberrации, отвечающих за кому и сферическую aberrацию равна нулю, то искомый угол определён.

Теоретическая оценка оптимального угла наклона линзы:

$$F(h) = -10.25 + 63.11h - 111.67h^2$$

При  $\alpha = 0.031 (1,79^0)$ ,  $\frac{k_1 h^3}{3} + \frac{k_2 h^4}{4} \approx 0$ , где  $k_1 = 63.11$ ;  $k_2 = 111.67$ ,  $h = 0,75$  мм (радиус лазерного пучка)

**Выводы:** в ходе нашей исследовательской работы был разработан способ снижения негативного влияния сферической aberrации линзы для возможности доведения частиц вещества внутри полости атомной ловушки до рекордно низких температур. Изменение картины распределения интенсивности в фокусе такой оптической системы позволяет использовать её для создания дипольной ловушки. Уменьшение излучения, попадающего внутрь полой дипольной ловушки, позволяет значительно уменьшить скорость нагрева атомов.

Эффективность разработанного метода подтверждена в ряде экспериментов, описанных в работе. Полученные результаты рациональны, согласуются с теорией и соответствуют ожиданиям. Из экспериментальных данных можно сделать вывод, что способ применим при создании оптической системы для полой дипольной ловушки. Создание дипольной атомной ловушки с применением описанного в нашей исследовательской работе метода снижения эффекта сферической aberrации позволит достигнуть рекордно низких температур.

#### Источники информации:

- 1) Вниз по шкале температур // В.А.Виноградов, К.А.Карпов, С.В.Савельева, А.В.Турлапов // Квантовая электроника, 2019, 49, № 5.
- 2) Монохроматические aberrации [Электронный ресурс]//Solver book: сайт. [Ссылка](#)
- 3) Том IV Оптика // Д. В. Сивухин // ФИЗМАТЛИТ, 2018, №4, с. 109
- 4) Формы представления aberrаций (поперечная, продольная, волновая) [Электронный ресурс]//Solver book: сайт. [Ссылка](#)
- 5) Fundamental optical design // Kidger, Michael J.// SPIE—The International Society for Optical Engineering. 2002. pp. 102-107.
- 6) Trapping of neutral sodium atoms with radiation pressure // E. L. Raab, M. Prentiss, A. Cable, S. Chu, D. E. Pritchard // Physical Review Letters. 1987. Dec. Vol. 59, no. 23. pp. 2631–2634.

## Исследование высокочастотного коронного разряда

Автор:

ХОЛОДКОВ Михаил Игоревич, МБОУ «Лицей №33» г. Иваново, 10 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

КРЮЧКОВА Галина Георгиевна, учитель физики высшей квалификационной категории МБОУ «Лицей № 33, г. Иваново

**Цели работы:** разработать установку для получения высокочастотного коронного разряда и исследовать возможности ее практического применения.

**Задачи:**

- 1) изучить виды разрядов и способы их получения;
- 2) спроектировать и изготовить установку для получения высокочастотного коронного разряда;
- 3) исследовать свойства и возможности практического применения коронного разряда на примере разработанного генератора.

**Актуальность работы.**

Технологии, применяемые в настоящее время в инструментальной промышленности и машиностроении, привели к освоению и широкому применению таких видов источников концентрированных потоков энергии, как плазменные технологии (разряды).

Достоинствами данных методов при обработке материалов являются: высокая плотность потоков энергии; возможность регулирования давления и химической активности среды в зоне воздействия источника плазмы и в вакуумной разрядной камере; возможность ионизации инертных и реагирующих газов с целью направленной модификации поверхностных слоев.

**Практическая значимость.**

Использование коронного разряда является перспективным инструментом в современной науке и технологии. Следует выделить возможные области применения коронного разрядов атмосферного давления:

- направленное изменение смачиваемости поверхности полимерных пленок;
- повышение капиллярности тканей из природных и синтетических волокон, улучшение их крашиваемости;
- улучшение адгезионных свойств полимерных пленок и тканей для металлизации, склеивания, нанесения печатного рисунка и т.д.;
- модифицирование поверхности полимеров;
- изготовление композиционных материалов;
- прививка мономеров на поверхность;
- изменение фрикционных свойств поверхности.

В научно-исследовательской работе показана практическая возможность изменения структуры поверхности полимерных материалов с помощью высокочастотного коронного разряда.

**Описание работы.**

Анализ исследований по модификации поверхности материалов показывает, что для формирования заданных физико-механических свойств наиболее целесообразно использовать частицы с энергией 50-100 эВ. Потоки ионов с такой энергией формируются в струйных высокочастотных (ВЧ) разрядах как пониженного, так и атмосферного давления.

Для исследования высокочастотного коронного разряда был изготовлен специальный генератор высокого напряжения. С помощью цифрового двухканального спектрографа AvaSpec-2048-2-DT было проведено исследование излучения высокочастотного коронного разряда в воздухе при атмосферном давлении. Анализ спектра излучения плазмы воздуха в диапазоне 300 – 400 нм показал наличие полос излучения молекулярного азота, кислорода и озона. Кроме того, в спектре обнаружены линии излучения атомов меди, что обусловлено процессами распыления медного электрода. Наличие

в разряде химически активных частиц, в частности озона свидетельствует о возможности практического применения данного разряда с целью модификации поверхности.

С целью проверки данного факта было проведено исследование поверхности образцов полипропилена после обработки в высокочастотном коронном разряде в воздухе с помощью атомно-силового микроскопа Solver P47 Pro. Обнаружено, что обработка полипропилена коронным ВЧ разрядом в воздухе сопровождается процессом окислительной деструкции поверхности материала, в результате чего наблюдается увеличение ее шероховатости. Одной из причин данного эффекта возможно является наличие химически активных молекул озона, образование которых подтверждается результатами эмиссионной спектроскопии.

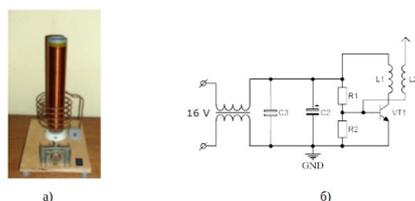


Рис. 1. Внешний вид изготовленного генератора (а) и его принципиальная электрическая схема (б)

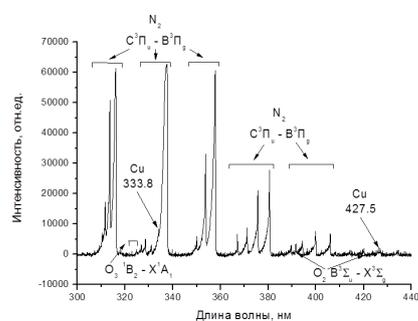


Рис. 2. Спектр излучения воздуха атмосферного давления.

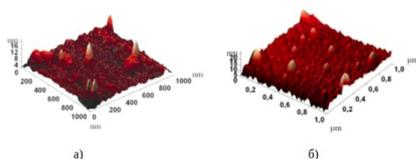


Рис. 3. Поверхность полипропилена до обработки (а), после обработки в коронном ВЧ разряде в воздухе в течении 10 с (б).

### Итоги исследования:

- 1) Для исследования коронного ВЧ разряда атмосферного давления изготовлен генератор высокочастотного напряжения, обеспечивающий возможность поддержания коронного разряда протяженностью не менее 0,5 см.
- 2) В спектре излучения исследуемого разряда обнаружены полосы молекулярного азота, кислорода и озона, а также линии излучения атомов меди.
- 3) Показана возможность практического использования исследуемого разряда для модификации поверхности полимерных материалов.

## Факторы роста нитевидных кристаллов олова на медных подложках

Автор:

ЧЕРНАВЧИЦ Николай, государственное учреждение образования «Гимназия №2 г. Пинска»

Научный руководитель:

ОТЛИВАНЧИК А.А., учитель физики, государственное учреждение образования «Гимназия №2 г. Пинска»

**Гипотеза:** явление роста нитевидных кристаллов олова на медных подложках можно использовать для создания конденсаторов, увеличивающих собственную электрическую емкость с течением времени.

**Актуальность.** Значительная часть современного электрооборудования в своей компоновке имеет электролитические конденсаторы. Данный элемент электрической цепи на фоне ряда преимуществ обладает существенным недостатком – высыханием электролита. В свою очередь, это приводит к уменьшению электрической емкости конденсатора и увеличению его последовательного сопротивления. В данной работе приводятся результаты по разработке, созданию и исследованию конденсаторных сборок, постепенно увеличивающих собственную электрическую емкость с течением времени, компенсируя падение емкости электролитических конденсаторов.

**Методы исследования:** экспериментальное получение данных, анализ.

**Цель работы:** изучение факторов, влияющих на образование и рост нитевидных кристаллов олова на медных подложках.

**Задачи:**

- 1) определить оптимальные способы получения оловянных усов на медных подложках при различных условиях (температурный перепад, механическое воздействие);
- 2) разработать и создать конденсаторные сборки, определить характеристики каждого собранного образца;
- 3) установить зависимость электрической емкости конденсаторных сборок от ряда ключевых параметров;
- 4) проанализировать результаты экспериментов.

В качестве рассматриваемых способов нанесения олова на медные подложки были выбраны основные производственные: горячий (пайка) и гальванический способы.

В качестве основных факторов роста нитевидных кристаллов олова на медных подложках рассматривались температурный перепад, силовое воздействие.

Выполнены поставленные задачи:

- 1) определены оптимальные способы получения оловянных усов на медных подложках при специфических условиях: образованию нитевидных усов способствуют температурные перепады и силовое воздействие;
- 2) доказана эффективность покрытия медных подложек гальваническим способом для создания конденсаторной сборки, увеличивающей собственную емкость с течением времени;
- 3) нитевидные кристаллы олова образуются на подложках, покрытых горячим способом, но ввиду резкой неоднородности покрытия данный метод невозможно использовать для создания конденсаторной сборки, рассматриваемой в работе;
- 4) разработаны и созданы экспериментальные конденсаторные сборки, определены характеристики каждого собранного образца;
- 5) экспериментально установлена зависимость прироста электрической емкости от толщины осажденного слоя олова (в исследуемом диапазоне от 1 до 4 мкм);
- 6) конденсаторные сборки, системно подвергавшиеся температурному перепаду, некоторое время продолжают увеличивать собственную электрическую емкость, но данный пункт требует более детального изучения.

**Результаты** данной работы могут быть использованы для разработки относительно не затратных методов противодействия убывающей емкости электролитических конденсаторов, в устройствах, предназначенных для работ в труднодоступных регионах. С целью значительного увеличения базовой емкости, предполагается рассмотрение возможности создания электролитических конденсаторных сборок, увеличивающих собственную электроемкость с течением времени с использованием метода, описанного в работе.

**Источники информации:**

- 1) *Надгорный, Э.М.* Нитевидные кристаллы с прочностью, близкой к теоретической / *Э.М. Надгорный // Успехи физических наук. – 1959. - №4. – С. 625 – 662.*
- 2) *Baker, R. G.* Spontaneous Metallic Whisker Growth / *R. G. Baker // Plating and Surface Finishing. – 1987. – №12. – Р. 153 – 181.*
- 3) *Leidecker, H.,* Tin Whiskers: A History of Documented Electrical System Failures / *H. Leidecker // Technical Presentation to Space Shuttle Program Office. April 2006. – Р. 1 – 28.*
- 4) *Егоров, Л. Н.* Паяные соединения. Конструктивно-технологические аспекты обеспечения надежности / *Л. Н. Егоров // Электроника: НТБ. – 2011. – С. 142*
- 5) *Марченко, Н.В.* Применение олова – традиции и перспективы [Электронный ресурс] / *Н.В. Марченко. – Сибирский Федеральный университет (CD-ROM).*

## Фильтр из мыльной пленки

Автор:

ШЕЛКОВНИКОВА Екатерина Сергеевна, ученица 11А класса МБНОУ «Лицей № 84 им. В.А. Власова» государственное учреждение образования «Гимназия №2 г. Пинска»

Научный руководитель:

ТАЛАБИРА Оксана Ивановна, учитель физики МБНОУ «Лицей № 84 им. В.А. Власова»

**Цель работы:** Исследовать свойства данного фильтра и определить условия прохождения и задержки частиц.

**Задачи работы:** Исследовать характеристики частицы и внешние параметры, влияющие на фильтрацию.

**Актуальность и новизна работы:** всем давно известно об обычном фильтре, но у фильтра из мыльной плёнки другие свойства, а значит можно производить другой тип фильтрации.

На рассмотрение подобных явлений меня натолкнула задача Международного турнира юных физиков 2020 года «Фильтр из мыльной пленки». **Итоги работы**

В ходе работы была собрана экспериментальная установка, проведена серия экспериментов, с помощью которых были выявлены следующие параметры, влияющие на фильтрацию различных частиц с помощью мыльной плёнки:

- 1) Характеристики частицы: размер и форма частицы, масса частицы, сухая или смоченная частица.
- 2) Внешние параметры: скорость падения частицы (энергия частицы), поверхностное натяжение плёнки.

Были исследованы свойства данного фильтра и определены условия прохождения и задержки различных частиц, а также исследованы характеристики частицы и внешние параметры, влияющие на фильтрацию. Предложена модель сепаратора частиц. Мыльный фильтр работает не так, как обычный, но, пожалуй, в этом и есть его преимущество.

**Источники информации:**

- 1) Free-standing liquid membranes as unusual particle separators (*Birgitt Boschitsch Stogin, Luke Gockowski, Hannah Feldstein, Houston Claire, Jing Wang, Tak-Sing Wong*)

## Ультразвуковой насос

Автор:

ШЕЛКОВНИКОВА Екатерина Сергеевна, ученица 11А класса МБНОУ «Лицей № 84 им. В.А. Власова» государственное учреждение образования «Гимназия №2 г. Пинска»

Научный руководитель:

ТАЛАБИРА Оксана Ивановна, учитель физики МБНОУ «Лицей № 84 им. В.А. Власова»

**Объект исследования:** ультразвуковой насос.

**Предмет исследования:** ультразвуковая ванна и капилляры.

**Цель работы:** Исследовать данное явление и определить условия, при которых будет происходить поднятие жидкости по капилляру.

**Задачи работы:** Определить параметры, влияющие на поднятие жидкости.

**Актуальность и новизна работы:** с помощью подобного устройства можно закачивать жидкость в какие-либо устройства.

На рассмотрение явления поднятия воды по капилляру благодаря ультразвуковой ванне меня натолкнула задача Международного турнира юных физиков 2021 года «Ультразвуковой насос». Обратимся к условию задачи: Капилляр, погруженный в ультразвуковую ванну, работает как насос, способный поднимать воду на значительную высоту. Объясните и исследуйте это явление.

### Итоги работы

Основная причина поднятия жидкости:

- Формирование кавитационных пузырьков, которые образуют кавитационные облака периодически

Мы также приняли во внимание:

- Распад пузырьков
- Температурный эффект

И объяснили, почему они незначительны.

Мы исследовали следующие параметры:

- Температура (вязкость)
- Расположение капилляра
- Диаметр капилляра

### Источники информации:

- 1) *E. Rozina* «Кавитационный режим звукокапиллярного эффекта»
- 2) *Oyama H.* Generation and application of intense supersonic acoustic waves
- 3) *Takeshi Hasegawa, Kentaro Nakamura, Sadayuki Ueha.* A miniature ultrasonic pump using a bending disk transducer and a gap

## Исследование вязкости жидкости

**Автор:**

АЛЕКСЕЕВ Артур Игоревич, Провинциальный колледж,  
11 класс

**Научный руководитель:**

АЛЕКСЕЕВ Вадим Петрович, инженер, доцент кафедры микроэлектроники и общей физики Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, кандидат физико-математических наук

**Цель исследования:** экспериментальное исследование вязкости жидкостей, в том числе магнитных жидкостей.

**Задачи исследования:**

- 1) разработка и изготовление экспериментальной установки для определения коэффициента вязкости жидкости;
- 2) обработка результатов измерения с помощью компьютера.

Вязкость является важнейшим свойством жидкости и имеет огромное значение при работе различных механических агрегатов. Вязкость определяет гидравлическое сопротивление при движении различных объектов в жидкой среде. При увеличении тормозного момента ротора электродвигателя постоянного тока, при питании его от источника электрического тока, работающего в режиме стабилизации напряжения, возрастает потребляемый электрический ток – на основе этого факта нами был разработан метод исследования жидкости. Потребляемый электрический ток связан с тормозным моментом, действующим на ротор электродвигателя и как следствие – с жидкостным трением или вязкостью.

**Метод проведения исследования** заключается в следующем. Электродвигатель при своём вращении с помощью редуктора и кулачкового механизма приводит в колебательное движение маятник, на конце которого смонтирован шарик определённого радиуса. С помощью осциллографа снимали осциллограмму колебаний напряжения (тока) за каждый цикл колебаний. Интервал колебаний мы делили на определённое число участков (8 - 10), с учётом амплитуды колебаний и времени колебаний определялась скорость движения шарика на каждом из указанных интервалов. С помощью осциллографа определялась мощность электрического тока, определяющая движение колеблющегося шарика на каждом из выделенных интервалов. Зная скорость движения шарика на каждом из интервалов и соответствующую электрическую мощность определялась сила сопротивления движения колеблющегося шарика, которая представляет собой вязкое трение.

Задача исследования вязкости жидкости является достаточно **актуальной** как с практической точки зрения (например, необходимо следить за вязкостью смазывающих жидкостей (масел), которые в процессе эксплуатации агрегатов теряют вязкость, и если не заметить это, то может возникнуть аварийная ситуация), так и с научной точки зрения, т.к. в сложных многокомпонентных системах теоретически пока невозможно рассчитать коэффициент вязкости.

**Значимость и новизна** исследования связана с возможностью исследовать коэффициент вязкости жидкости на небольших количествах самой жидкости, т.е. примерно до 50 мл, однако возможно еще сократить объем жидкости.

**Итоги исследования:** разработана установка для определения вязкости жидкости, проведена калибровка установки, определена вязкость двух неизвестных жидкостей, проведена компьютерная обработка результатов измерения.

**Источники информации:**

- 1) *И.В. Савельев*. Курс общей физики, т.1, главная редакция ФМЛ, Москва 1968 год;
- 2) *Дж. Бэтчелор*. Введение в динамику жидкости, издательство Мир, Москва 1973 год;
- 3) *И.Л. Повз*. Техническая гидродинамика, Ленинград «Машиностроение», 1976 год;



- 4) *М.С.Гринкруг, А.А.Вакулюк.* Лабораторный практикум по физике, издательство «Лана», 2012 год;
- 5) *М.В.Кириков; М.В.Кириков, В.П. Алексеев.* Лабораторная №1 Определение коэффициента внутреннего трения и длины свободного пробега молекул воздуха.

# Фотоника, квантовая и молекулярная физика

## Почему радуга такой формы и такого цвета?

**Автор:**

СИМОНОВ Михаил Михайлович, ГБОУ «Московская школа на Юго-Западе №1543»

**Научный руководитель:**

КАРПУШИНА Светлана Николаевна, учитель физики, ГБОУ «Московская школа на Юго-Западе №1543»

**Объект исследования:** радуга.

**Предмет исследования:** форма и цвет радуги

**Актуальность:** было интересно подробнее узнать природу радуги.

**Цель:** выяснить, почему радуга имеет такие цвет и форму.

### Задачи:

- 1) Изучить по литературе физические явления, благодаря которым можно наблюдать радугу.
- 2) Подобрать иллюстрации этих явлений.
- 3) Кратко изложить объяснение формы и цвета радуги.
- 4) Провести эксперимент по моделированию “радуги” в домашних условиях.
- 5) Узнать о природных явлениях, похожих на радугу.

### Методы проведения работы.

- 1) Поиск и анализ информации в научно-популярной литературе.
- 2) Подбор электронных образовательных ресурсов в сети Интернет.
- 3) Создание экспериментальной установки на основе простых приборов и предметов обихода.
- 4) Проведение экспериментов.
- 5) Фиксация результатов экспериментов.
- 6) Обобщение и систематизация материала.

### Краткое содержание.

Радуга появляется в результате отражения света от внутренней границы капли с воздухом и, как следствие, отличия в углах отражения волн разной длины, его разложения на спектр цветов (дисперсия). А форма радуги является следствием расположения капель (форма их расположения — окружность), от которых свет попадает в глаз наблюдателя (цвет радуги, как я уже говорил, зависит от дисперсии света). В подтверждение теории я провёл эксперименты, демонстрирующие разложение света на его спектр. Первая установка представляла собой источник света, сосуд с водой, через который проходил свет, и в результате получалась радуга, и белый лист в роли экрана. Вторая установка, более приближена к реальным условиям, здесь свет отражается от стенки сосуда и после разложения на разные цвета на экране появляется радуга. К сожалению, свет просто насквозь проходил сосуд с водой, поэтому пришлось к его задней стенке добавить зеркало.

### Выводы.

Радуга появляется в результате отражения луча света от границы капля-воздух. Многообразие цветов появляется из-за дисперсии (разложения на разные цвета). Форма радуги зависит от формы капель, в которых свет раскладывается на волны разной длины. Кроме того был поставлен эксперимент, подтверждающий теорию и наглядно показывающий разложение света на волны разной длины. А на его основе был построен график зависимости расстояния от источника света до границы сосуда и воздуха.

### Источники информации:

- 1) Уолтер Левин, Уоррен Гольдштейн. Глазами физика. От края радуги к границе времени. Walter Lewin and Warren Goldstein, 2011. Перевод на русский язык, издание на русском языке, оформление. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2017.
- 2) Кикоин А.К. Что такое радуга? //Квант. — 1984. — № 12. — С. 20-21.
- 3) Научно-популярный журнал “Как и почему?” Анималов В.С. Почему радуга имеет форму дуги? Статья от 29. 05. 2019. Дата обращения 25.122020. [Ссылка](#)
- 4) Грачёв А.В. Физика: 11 класс: базовый и углублённый уровни. М.: - Вентана – Граф, 2015. - 464 с.

## Влияние различных видов теплопередачи на эффективность аккумулирования солнечной энергии

Автор:

ЧИРКИНА Елена Юрьевна, ученица 11-а класса МБОУ СОШ №19 г. Мичуринска Тамбовской области

Научный руководитель:

ЧИРКИН Юрий Алексеевич, учитель физики МБОУ СОШ №19 г. Мичуринска Тамбовской области

Современный человек не может представить свою жизнь без света, тепла и горячей воды. Однако, эти блага цивилизации человек получает в основном за счёт невозобновляемых источников энергии, запасы которых ограничены. Предотвратить неизбежный кризис топливных ресурсов сможет альтернативная энергетика основанная на использовании возобновляемых источников энергии, одним из которых является Солнце. Энергия, излучаемая с поверхности Солнца и попадающая на земной шар, примерно в 10000 раз превышает сегодняшнюю мировую потребность в энергии. Проблемой использования тепловой энергии Солнца в быту является сложность её аккумулирования с целью дальнейшего использования. Сохранению тепловой солнечной энергии мешает теплопередача.

**Актуальность:** в работе исследована проблема простого использования солнечной энергии в быту и предложены наиболее эффективные способы для этого, что является актуальным для многих людей, так как многие имеют дачные участки или загородные дома и знание простых эффективных способов аккумулирования солнечной энергии принесёт им практическую пользу.

Таким образом, **целью работы** стало выяснение влияния различных видов теплопередачи на эффективность аккумулирования солнечной энергии.

Для достижения данной цели необходимо были решены следующие **задачи:**

- 1) Оценена величина энергии поступающей от Солнца
- 2) Выявлены способы теплопередачи, способствующие аккумулированию и потерям энергии
- 3) Разработана модель исследуемого явления
- 4) Выбраны методы исследования
- 5) Осуществлён отбор измерительных приборов
- 6) Подготовлены необходимые материалы и инструменты
- 7) Разработаны и собраны установки для проведения исследований
- 8) Проанализированы полученные результаты
- 9) Предложены способы наиболее эффективного накопления энергии

В работе сделана оценка величины энергии поступающей от Солнца, на основании данных зависимости солнечной радиации от времени суток построена модель зависимости мощности излучения Солнца от времени суток (рис. 1–4), проведены эксперименты по нагреванию теплоприёмника, исследовано влияние на аккумулирование энергии солнечного излучения цвета поверхности теплоприёмника, конвекции и адвекции (рис. 5–7).

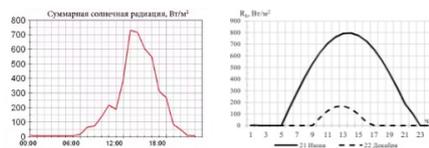


Рис.1 Графики зависимости солнечной радиации от времени суток



Рис. 2 Сравнение модели с графиками изменения мощности излучения Солнца

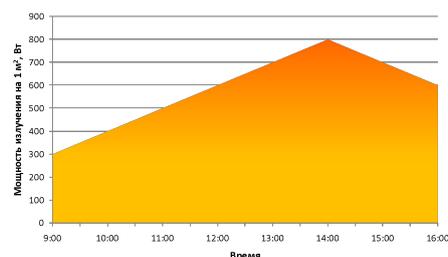


Рис.3 График модели мощности излучения Солнца в интервале от 9.00 до 16.00

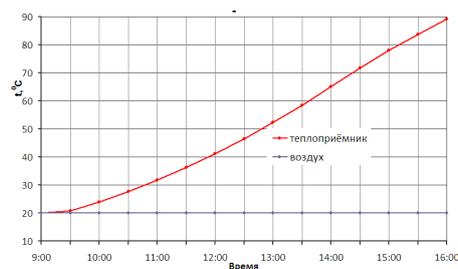


Рис.4 График нагрева воды в теплоприёмнике без учёта теплотерь



Рис.5 Оборудование для проведения экспериментов и установка для исследования влияния отражённой радиации на аккумуляирование солнечной энергии

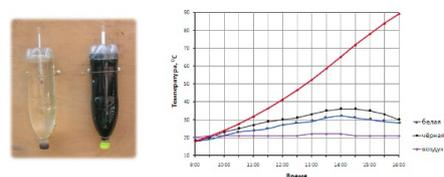


Рис.6 Установка для исследования влияния отражённой радиации на аккумуляирование солнечной энергии и графики зависимости температуры белого и чёрного теплоприёмников от времени

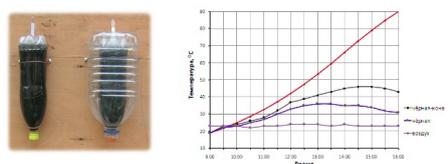


Рис.7 Установка для исследования влияния адвекции и конвекции на аккумуляирование солнечной энергии и графики нагрева открытого и закрытого кожухом теплоприёмников

Также было проведено исследование влияния видов теплопередачи на потери аккумулированной солнечной энергии (рис. 8-10).

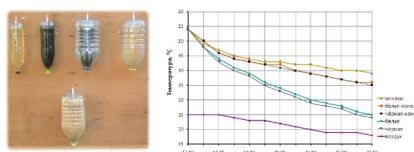


Рис.8 Установка для исследования влияния конвекционных потоков на теплотери теплоприёмника и графики зависимости теплотерь от наличия конвекционных и адвекционных потоков

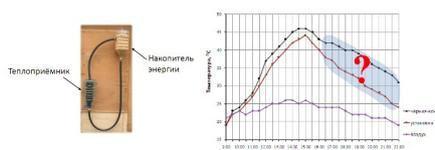


Рис.9 Установка для накопления энергии с отдельным теплоприёмником и накопителем и сравнительные результаты аккумулирования энергии установками с прямым нагревом и с отдельным накопителем энергии

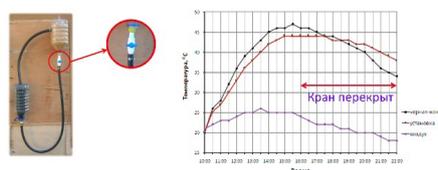


Рис.10 Усовершенствованная установка с отдельным накопителем энергии и графики нагрева закрытого теплоприёмника и модернизированного теплоприёмника с краном

Проведён графический анализ результатов экспериментов, имеющих наибольшее значение для аккумулирования энергии и способов теплопередачи, за счёт которых происходят максимальные потери энергии.

Проведённые исследования и полученные результаты позволили сделать следующие **выводы**:

- 1) Наибольший эффект для поглощения солнечной энергии имеет цвет поверхности
- 2) Наибольшие теплотери определяются конвекционными и адвекционными воздушными потоками
- 3) Цвет поверхности имеет незначительное влияние на теплотери
- 4) Наиболее эффективна комбинированная установка с теплоприёмником и возможностью управления конвекционными потоками

**Таким образом**, цель работы достигнута. Выдвинутая гипотеза получила подтверждение – различные виды теплопередачи по-разному влияют на эффективность накопления солнечной энергии.

На основании полученных данных предложены наиболее эффективные способы аккумулирования солнечной энергии.

В ходе работы изготовлена действующая модель установки для накопления солнечной энергии, которая может послужить основой для создания простой недорогой конструкции действующей установки для аккумулирования солнечной энергии, которую можно будет реализовать на дачном участке или в загородном доме.

## Образование микроскопических конических выступов на поверхности меди под действием ионного облучения

Авторы:

РАССТАНАЕВ Дмитрий Артемович, ПАХАЛКОВ Иван Викторович, ДЮЛО Михаил Александрович, 10 класс Университетский лицей №1511 Предуниверситарий НИ-ЯУ МИФИ, г. Москва

Научный руководитель:

ЗАХАРОВ А.М., к.ф.-м.н., доцент НИЯУ МИФИ

**Цель работы.** Изучить влияние присутствия атомов тугоплавких металлов на поверхности меди на рост конусов на меди при облучении ионами аргоновой плазмы

**Актуальность исследования.** Появление микроскопических образований на поверхности металлов при ионном облучении (кристаллов, конических выступов, пор и т.п.) отмечалось в разных работах [1, 2]. Для различных ионно-плазменных технологий и термоядерных исследований требуется изучить характер развития конусов на поверхности металлов при различных условиях их ионного облучения.

**Механизм зарождения и развития конусов.** [1, 2]. Бомбардирующие поверхность ионы «вбивают» атомы поверхности в металл. В поверхностном слое создаются напряжения, который достигают до больших значений при наличии на поверхности атомов более тугоплавких металлов. Диффузия внедрённых атомов и скольжение дислокаций приводит к выводу внедрённых атомов в бугорки над поверхностью. Ионное облучение придаёт бугоркам коническую форму и вместе с тем создаёт напряжённый слой по облучаемым склонам конусов. В вершинной области конусов напряжений нет. Туда устремляется диффузионный поток атомов по склонам. Поэтому скорость распыления вершины оказывается меньше, чем у поверхности, и высота конуса над поверхностью постепенно увеличивается.

**Метод решения задачи.** Измерение температуры медного образца в зависимости от параметров газового разряда; проведение экспериментов по изучению роста конусов при постоянной температуре на облучаемой ионами аргоновой плазмы поверхности меди в присутствия атомов молибдена на её поверхности. Анализ роста конусов при помощи растрового электронного микроскопа.

**Постановка задачи.** Изучить работу газоразрядной установки ВУП-2 и научиться управлять работой установки. Выполнить измерение температуры мишени в зависимости от параметров разряда. Поместить медную пластину (образец) и мишень (пластину молибдена) в область плазмы газового разряда создаваемого между анодом и катодом (рисунок 1). Откачать вакуумную камеру до давления  $10^{-3}$  Па и напустить в камеру аргон до давления  $10^{-1}$  Па. Установить между анодом и катодом разность потенциалов равную 80 В. Накалить катод (вольфрамовая проволока) до примерно  $2000^{\circ}\text{C}$ . В плазменной камере появляется плазма. Ток разряда установить равным 1 А изменяя накал катода. Подать на мишень и образец отрицательные относительно анода потенциалы, соответственно 300 и 600 В. Температура образца повышается до  $680^{\circ}\text{C}$  из-за нагрева облучающими ионами и излучением газового разряда. Начинается облучение образца и мишени ионами, на образце одновременно оседают распылённые с мишени атомы молибдена. Плотность тока ионов плазмы на образец составляет  $3\text{мА}/\text{см}^2$ , энергия облучающих ионов 600 эВ, доза облучения достигает значения  $2,7 \times 10^{20}$  ион/ $\text{см}^2$ .

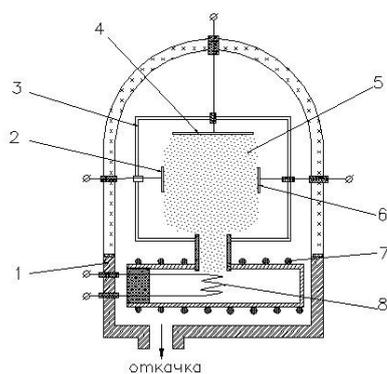


Рис.1. Установка ионно-плазменного облучения: 1-вакуумная камера; 2-образец; 3-плазменная камера; 4-анод; 5-плазма; 6-мишень; 7-охлаждаемый катодный блок; 8-накальный вольфрамовый катод.

**Результаты работы.** С помощью термомпары, установленной на образце определена связь между параметрами облучения и температурой образцов. Результаты измерений приведены в таблице 1. Подобраны параметры разряда для экспериментов по изучению роста конусов.

Ток разряда, mA	Энергия ионов, эВ	Плотность ионного тока, mA/cm <sup>2</sup>	Температура образца, °C
0,5	800	2,5	670
1	800	3,75	790
2	800	6	910
1	0	0	300
1	300	2,5	580
1	600	3,0	680
1	1000	4,25	850
1	1200	4,75	900
2	0	0	360
2	300	4,75	690
2	600	5,25	795

Таблица 1.

Выполнены эксперименты по формированию конусов при 4-х различных концентрациях атомов молибдена на облучаемой ионами поверхности образца. Измерены концентрации атомов молибдена на вершинах конусов. На рисунке 2 показаны конусы выросшие при дозе облучения  $2,7 \times 10^{20}$  ион/см<sup>2</sup> и концентрации атомов молибдена около 0,5 ат.% на образце. Выявлены изменения конусов при увеличении дозы облучения.

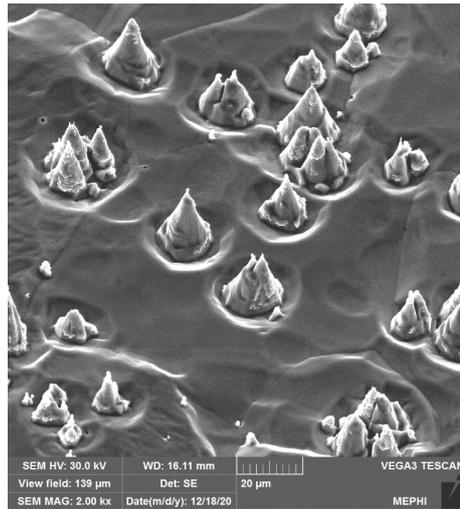


Рис.2.

#### Анализ полученных результатов и выводы.

- 1) Увеличение концентрации атомов молибдена в диапазоне (0,1 – 1) ат.% приводит к увеличению: высоты конусов, угла при вершине, глубины и диаметра кольцевого рва вокруг конусов.
- 2) В вершине конусов концентрация атомов молибдена больше, чем на поверхности образца.
- 3) Подтвердился вывод работы [3] о появлении вискеро в вершине конусов и об их роли в росте конусов.
- 4) Перенасыление распылённых атомов на склоны соседних конусов ускоряет их рост.
- 5) С ростом дозы облучения плотность конусов на образце увеличивается.

#### Источники информации:

- 1) *Wehner G.K.* Cone formation as a result of whisker growth on ion bombardment metal surface // *J.Vac.Sci.Technol.*, A3(4), (1985), p. 1821-1835.
- 2) *Беграмбеков Л.Б., Захаров А.М., Пустобаев А.А., Тельковский В.Г.* Развитие вискеро в и конусов на бомбардируемой ионами поверхности // *ФизХОМ.*, №5, (1989), с. 26-33.
- 3) *Беграмбеков Л.Б.* Процессы в твёрдом теле под действием ионного и плазменного облучения. г. Москва, МИФИ, 2008 г.

## Использование лазерно-индуцированной микроплазмы для изготовления дифракционных элементов

Автор:

ЕГОРОВА Мария Игоревна, школа №197 Центрального района Санкт-Петербурга

Научный руководитель:

КИЯН Антон Игоревич, Университет ИТМО

В настоящее время дифракционные оптические элементы или оптические подложки широко используются в науке и технике. Их применяют как для тестирования и оценки оптических элементов, так и для создания зеркал, светоделителей и линз. Обычно дифракционные элементы изготавливаются при помощи методов прецизионной лазерной или электронно-лучевой литографии, однако в 2017 году в оптике появился новый метод лазерно-индуцированной микроплазмы (ЛИМП). Поэтому был поставлен вопрос об изготовлении оптических элементов именно этим способом.

### Цели исследования

Изучить зависимости диаметра пучка и глубины обработанной поверхности в зависимости от положения лазерного луча относительно фокуса для двух диаметров линзы лазера.

### Гипотеза

В расходящемся пучке диаметр трека будет наибольшим, а его глубина наименьшей. По мере продвижения по треку диаметр должен уменьшаться, а глубина увеличиваться. При одинаковой длительности импульса глубина трека у линзы 50 мкм должна быть больше, чем у 25 мкм.

### Задачи

- 1) Изучить различные научные источники по данной теме.
- 2) Изучить метод ЛИМП, его область применения и изучения.
- 3) Найти расчетные формулы для определения необходимых параметров.
- 4) Определить объекты исследования, собрать заготовки для будущих образцов.
- 5) Провести расчеты необходимых параметров.
- 6) Обработать отобранные материалы лазерным излучением и получить образцы для анализа.
- 7) Провести анализ на профилометре.
- 8) Определить зависимость глубины трека и диаметра пучка от диаметра линзы, установленной на лазерном маркере.
- 9) Сделать выводы по расчетам и эксперименту.

### Описание работы

Проводилась обработка стекла как прозрачной среды при помощи микроплазмы, образованной на мишени из технического графита. Записывались треки в расходящемся и сходящемся пучках, а также в фокусе.

Проводился анализ треков на графите и стекле на профилометре.

Получены профили треков для каждого из диаметров треков.

### Итоги исследования

Представленная гипотеза подтвердилась не полностью.

Результаты записи треков и их анализа на профилометре могут использоваться для улучшения качества изготовления оптических элементов в дифракционной оптике.

## Биполярный транзистор с переходами полупроводник - металл и принципы его изготовления

Автор:	МЕДВЕДЕВ Эрик, СОШ № 26 г. Владикавказ Республика Северная Осетия - Алания, 9 класс
Научный руководитель:	РАДЧЕНКО Татьяна Ивановна, Заслуженный учитель Республики Северная Осетия – Алания, Почётный работник общего образования РФ, победитель ПНПО 2008 и 2019 гг.; учитель физики высшей квалификационной категории МБОУ СОШ № 26 г. Владикавказ Республики Северная Осетия – Алания
Научный консультант:	СИЛАЕВ Иван Вадимович, кандидат технических наук; доцент Северо-Осетинского государственного университета

**Цель работы:** разработка и изготовление действующей модели биполярного транзистора.

### Задачи:

- 1) Изучить различные источники информации по выбранной теме о биполярных транзисторах.
- 2) Изучить основы конструирования подобных транзисторов.
- 3) Выявить особенности различных этапов изготовления данных изделий.
- 4) Изучить оборудование, которое будет использовано в процессе изготовления транзистора. В данном случае это – вакуумная установка термического напыления.
- 5) Провести предварительные эксперименты по изготовлению переходов полупроводник – металл на примере диода Шоттки, имеющего один переход.
- 6) Исследование характеристик полученного диода.
- 7) Используя предварительные результаты, изготовить биполярный транзистор.
- 8) Исследование характеристик полученного транзистора.
- 9) Проанализировать и обобщить полученные результаты.
- 10) Оценить перспективы рассмотренного проекта, сферу применения полученного изделия и теоретических материалов по данной работе.

**Научная новизна** данной работы заключается в том, что автором разработана и предлагается технология изготовления действующей модели биполярного транзистора, адаптированная к учебному процессу. То есть автором разработан учебный вариант технологических процессов изготовления полупроводниковых приборов с использованием термовакуумной установки напыления. В частности, произведены адаптация и упрощение реальной технологии изготовления биполярного транзистора до уровня, позволяющего обучающемуся понять происходящие процессы, а затем выполнить действия необходимые для создания действующей модели. При этом был использован предварительный более простой вариант – диод Шоттки – изделие с одним переходом металл – полупроводник, аналогичным  $p - n$  - переходу.

**Практическая значимость.** Материал может быть применён в учебном процессе для обучения основам технологии изготовления полупроводниковых приборов. Современные взаимоотношения между государствами показывают, что наша страна должна двигаться вперёд с опорой на свои силы и на своих специалистов. Электроника – передний край науки и производства высокотехнологичной продукции. При этом, например, крайне востребованные ИТ- технологии не могут существовать без так называемого «железа». Таким образом, данная разработка может найти применение при подготовке инженерных кадров в электронике.

**Описание работы.** Основное содержание работы – разработка технологии изготовления полупроводниковых приборов на примере диода Шоттки и биполярного транзистора, применяя малогабаритную термовакуумную установку напыления, с целью использования данной разработки в учебном процессе.

Работа проводилась на оборудовании физико-технического факультета Северо-Осетинского государственного университета:

- была выполнена подготовка кремниевой пластины, легированной бором;
- подготовлены маски для напыления;
- выбраны наиболее оптимальные модели испарителей;
- была выполнена подготовка кремниевой пластины, легированной бором;
- подготовлены маски для напыления;
- выбраны наиболее оптимальные модели испарителей;
- затем производилось напыление металлов на пластину с помощью термовакуумной установки;
- также предварительно изготавливались на токарном и фрезерном станках детали корпуса диода (пробной версии работы по разрабатываемой технологии) и транзистора на токарном и фрезерном станках;
- далее произведена установка в корпус;
- с полученными изделиями были проведены эксперименты: сняты вольтамперные характеристики; для транзистора также проводилось исследование зависимости сопротивления переходов эмиттер-база и база-коллектор от их освещённости (что представлено в таблицах);

**Итоги исследования:** В ходе работы были рассмотрены распространённые технологии изготовления полупроводниковых приборов. В результате выбран вариант изготовления биполярного транзистора с использованием доступных в данных условиях технологий, а именно, термовакуумное напыление с использованием масок. Предварительно были проведены эксперименты по изготовлению более простого изделия – диода Шоттки, что позволило лучше разобраться в технологии изготовления и внести необходимые коррективы. С полученной действующей моделью были проведены исследования, что представлено таблицами и графиками вольтамперных характеристик. Общий результат работы – изготовленное изделие транзистор, что подтверждают эксперименты. Модель предназначена для наглядной демонстрации устройства и принципов действия биполярных транзисторов. Её можно использовать в учебном процессе в учебных заведениях различного уровня, а также в работе технических кружков, повышая качество обучения и доступность изучаемого материала.



1. Опорная плита; 2. Вакуумный колпак; 3. Вакуумная магистраль; 4. Защитная сетка; 5 – 6. Токосводы испарителя материала и нагревателя подложки; 7. Испаритель; 8. Испаряемое вещество; 9. Подложка; 10. Нагреватель подложки; 11. Фиксаторы подложки; 12. Уплотнитель.

Рис.1 установка термовакуумного напыления и детали вакуумной камеры

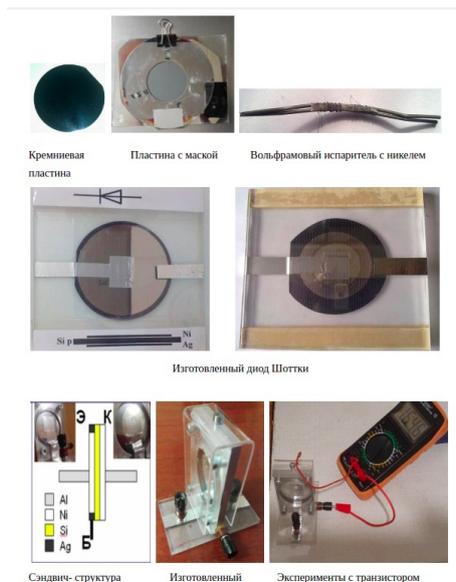


Рис.2 изготовление диода шоттки и биполярного транзистора

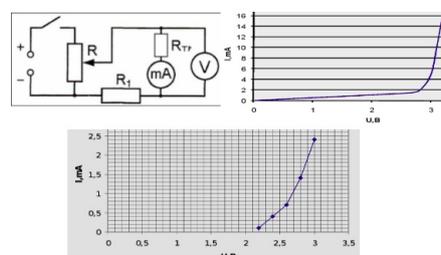


Рис.3 Схема для экспериментов по снятию ВАХ и вольтамперные характеристики для переходов эмиттер - база и база -коллектор

Освещённость E, лк	Электрическое сопротивление, Ом	
	Прямой переход. На эмиттере «+», на базе «-».	Обратный переход. На эмиттере «-», на базе «+».
500	18,4	27
2500 со стороны эмиттера	14,7	32
2500 со стороны коллектора	17,8	28
50	18,1	27

Таблица 1. Измерение электрического сопротивления перехода эмиттер – база

Освещённость E, лк	Электрическое сопротивление, Ом	
	Прямой переход. На коллекторе «+», на базе «-»	Обратный переход. На коллекторе «-», на базе «+»
500	16,4	26
2500 со стороны эмиттера	0-2	50
2500 со стороны коллектора	14	29
50	17	26

Таблица 2. Измерение сопротивления перехода база - коллектор

### Источники информации:

- 1) *Мякишев Г. Я. , Буховцев Б. Б. , Сотский Н. Н.* Физика. 11 класс. / Мякишев Г.Я.: учебник. – М.: Просвещение, 2020. – 416 с.
- 2) *Резников З.М.* Прикладная физика. –М.: Просвещение, 1989. – 239 с.
- 3) *Яворский Б. М., Детлаф А. А.* Справочник по физике для инженеров. – М.: Наука, 1979. – 944 с.
- 4) *Бутенко Д. В., Созинов Б. Л., Черкасова Г. С.* Исследования полупроводниковых приборов./ Электронное учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 64 с.
- 5) *Майссл Л. , Глэнг Р.* Технология тонких плёнок. – М.: Советское радио, 1977. – 215 с.
- 6) *Костржицкий, В.Ф. Карпов, М.П. Кабанченко, О.Н. Соловьёва.А. И..* Справочник оператора установок по нанесению покрытий в вакууме. – М.: Машиностроение,1991. –120 с.

- 7) *Силаев И. В., Радченко Т. И., Гергиева Б. Э., Магкоев Т. Т.* Физико-химические основы и технология получения тонких плёнок резистивным испарением. / Учебное пособие. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2016. – 136 с.
- 8) *Силаев И. В., Магкоев Т.Т., Радченко Т. И.* Технология экономного расходования напыляемых материалов при использовании установок термовакuumного испарения. //Международный журнал экспериментального образования. 2016. №. 6 (часть 2). С. 95.

## Фотолюминесценция цветных стекол, хлорофилла и алюмооксидной керамики

Автор:

МУРАШКО М., Учащийся ГУО «Лицей БГУ г. Минска», 10 «Ф» класс

Научный руководитель:

ЗАЙКОВ В.А., ст. преподаватель, Белорусский государственный университет (БГУ)

**Целью** настоящей работы является исследование фотолюминесценции цветных стекол, хлорофилла в листьях растений и алюмооксидной керамики ВК-94-1.

**Решаемые задачи:** разработка методики регистрации спектров фотолюминесценции; определение природы фотолюминесценции цветных стекол, хлорофилла и алюмооксидной керамики; исследование влияния температуры на фотолюминесценцию алюмооксидной керамики; разработка метода бесконтактного контроля температуры мощных электронных приборов по спектрам люминесценции.

### Методика измерений спектров фотолюминесценции

Опτικο-спектральные измерения фотолюминесценции выполнялись по следующей процедуре. Излучение полупроводникового лазера с длиной волны 410 нм заданной интенсивности под углом 45° фокусировалось на поверхность образца (лист растения, цветное стекло или алюмооксидная керамика). Алюмооксидная керамика размещалась на подогреваемом столике. Свечение флуоресценции посредством оптического световода попадало в монохроматор S100 и регистрировалось с помощью диодной линейки.

Для корректного измерения спектров необходимо определить аппаратную функцию монохроматора S100, которую можно представить в виде:

$$F_{\lambda,T} = E_{\lambda,T}/J_{\lambda},$$

где  $F_{\lambda,T}$  — функция Планка для абсолютно черного тела, а  $J_{\lambda}$  — экспериментально полученная спектральная характеристика лампы СИ6100. при температуре накала 2500°С.

Таким образом, для получения истинного спектра изучаемого объекта необходимо умножить экспериментально полученную спектральную зависимость на аппаратную функцию. Все операции легко выполняются в программе «Origin 6».

**Результаты измерений и обсуждение** Получены спектры фотолюминесценции хлорофилла в зеленом листе лимона и цветных стекол: ЖС 10, ЖС 16, ЖС 19 и ОС 11, ОС 13, однако, основным предметом исследования была алюмооксидная керамика ВК-94, которая широко применяется в электронике и помимо  $Al_2O_3$  94,4%, содержит  $SiO_2$  и малые добавки  $Cr_2O_3$ . Как показано в работе [1], хром встраивается в решетку  $Al_2O_3$  и образует центры люминесценции  $Cr^{+3}$ , которые приводят к люминесценции в красной области, наиболее интенсивной на длинах волн 687 нм и 688 нм.

На рисунке 1 представлены спектры фотолюминесценции керамики ВК-94-1 и температурная зависимость максимума интенсивности фотолюминесценции керамики.

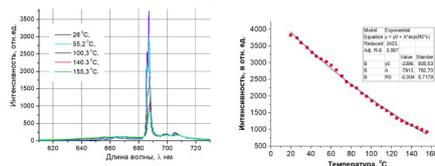


Рисунок 1. Спектр фотолюминесценции керамики ВК-94-1 (слева), температурная зависимость максимума интенсивности фотолюминесценции керамики ВК-94-1 (справа)

### Актуальность работы

Температурная зависимость максимума интенсивности фотолюминесценции керамики может быть

положена в основу бесконтактного метода измерения температуры в процессе эксплуатации мощных электронных приборов, в первую очередь, вакуумных генераторных ламп. Вакуумные генераторные лампы работают при напряжениях больших, чем 1000 В. Устройство, контролирующее температуру мощных приборов, содержит синий светодиод, возбуждающий спектр люминесценции, красный светофильтр и фотодиод, сигнал которого пропорционален температуре прибора. Использование операционного усилителя и микроконтроллера позволит поддерживать заданный температурный режим прибора.

### **Заключение**

Исследованы спектры люминесценции цветных стекол, хлорофилла в листьях лимона, алюмооксидной керамики ВК-94-1. Предложен бесконтактный метод измерения температуры в процессе эксплуатации мощных электронных приборов.

### **Источники информации:**

- 1) *Кортов В. С., Ермаков А. Е., Зацепин А. Ф., и др. Особенности люминесцентных свойств наноструктурного оксида алюминия // ФТТ. – 2008. – Т. 50, № 5. – С. 916-920.*

## Упрочнение поверхности быстрорежущей стали с помощью дулексной плазменной технологии

Авторы:

ПАСКИН Н.М., лицей 1523; ЛОТКОВ А.П. МОУ СОШ 15

Научные руководители:

ХАРЬКОВ Максим Михайлович, МНС НИЯУ МИФИ,  
ТУМАРКИН Александр Владимирович, инженер НИЯУ  
МИФИ

**Введение.** Быстрорежущие стали (High Speed Steel, сокр. HSS) – легированные стали, предназначенные, для изготовления режущего инструмента в металлообработке. Для повышения характеристик, изделия часто покрывают TiN. Разрушение покрытия часто происходит из-за образования микротрещин, сколов или плохой адгезии к HSS.

Твердость поверхностного слоя HSS может быть улучшена с помощью плазменного азотирования. Эта технология экологична, высокая скорость процесса и температуру, которая меньше температуры отпуска инструмента (700 – 800 К) [1].

Магнетронное распыление Ti в химически активном газе (N<sub>2</sub>) – один из лучших способов осаждения TiN. Варьируя напряжение смещения, можно улучшить механические свойства покрытия [2].

**Актуальность работы** заключается в том, что дулексная технология дает возможность повысить ресурс работы и эксплуатационные характеристики инструментов из HSS

**Целью проекта** является улучшение эксплуатационных свойств HSS сталей методом последовательного применения плазменного азотирования и реакционного магнетронного осаждения TiN.

К задачам проекта можно отнести проведение ряда экспериментов по плазменному азотированию образцов HSS в установке «ВЧИ разряд» и нанесение покрытий в среде магнетронного разряда. Диагностика образцов проводилась при помощи Scratch-тестера, микротвердомера и электронного микроскопа

**Описание работы.** В данной работе в качестве образцов использовалась HSS промышленного отрезного резца. Было проведено точное определение состава материала методом энергодисперсионной спектроскопии на СЭМ (таблица 1).

Элемент	Si	Cr	Fe	Mo	W
Весовая доля, %	1, 1	3, 75	93, 23	0, 91	0, 95

Таблица 1. Элементный состав HSS образцов

Образцы азотировались в плазме на установке «ВЧИ разряд» 30 мин, 2 часа и 8 часов. На полученные образцы проводилось магнетронное осаждение TiN на установке «НИКА», при различном напряжении смещения.

**Схема установок.** Установки «ВЧИ разряд» и «НИКА» устроены похожим образом и отличаются только разрядным устройством. Для краткости приведем схему установки «НИКА», изображенную на Рисунке 1. Установка состоит из вакуумной камеры, систем откачки и газонапуска, разрядного устройства и держателя образца.

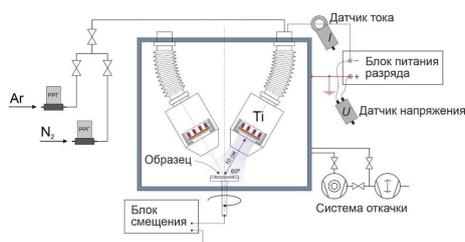


Рисунок 1. Схема установки «НИКА»

**Результаты.** Диагностика полученных образцов показала улучшение адгезии и износостойкости покрытия  $TiN$  на образцах, подвергшихся азотированию, по сравнению с необработанными. Измерена скорость осаждения покрытий 1 мкм/час. Получены изображения поперечных сечений покрытия, осажденных при различных потенциалах смещения. Результаты демонстрируют перспективность внедрения данной технологии

**Источники информации:**

- 1) Берлин Е.В., Коваль Н.Н., Сейдман Л.А. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей М.: Техносфера, 2012. – 464с.
- 2) Данилин Б.С., Сырчин В.К. Магнетронные распылительные системы. М.: Радио и связь, 1982. 72 с.

## Спектрофотометрия неорганических и органических окрашенных сред для изготовления светофильтров для нужд астрономии и художественной фотографии

Автор:

РЫБАЛОВ Семён Александрович, БОУ г.Омска «Лицей № 64», 9 класс.

Научный руководитель:

СТЕНЬКИН Юрий Алексеевич, старший научный сотрудник лаборатории Физики, нано- и гетероструктур Омского научного центра СО РАН, г.Омск.

**Светофильтр** — это оптическое устройство, которое служит для устранения (выделения) части спектра электромагнитного излучения. В работе сделана попытка исследования и подбора определённых цветовых сочетаний окрашенных сред на основе растворов некоторых неорганических и органических соединений для получения как достаточно узкополосных светофильтров для астрономии, так и светофильтров для художественной фотографии, имеющих в своём спектре несколько полос пропускания. Проведены сравнения промышленных стеклянных светофильтров с полученными в работе.

**Цель работы** – изучить возможности получения светофильтров на основе жидких растворов для специальных целей – узкополосные фильтры для астрономии и светофильтров для художественной фотографии

Для достижения цели поставлены **задачи**:

- освоить метод оптической электронной спектрофотометрии;
- получить спектры ряда окрашенных жидких сред;
- провести сравнительный анализ полученных спектров со спектрами промышленных светофильтров;
- выявить и подобрать наиболее перспективные среды для использования в астрономии и фотографии.

**Актуальность работы** – получить доступные в изготовлении и недорогие светофильтры, с помощью которых можно проводить научные исследования в области астрофизики и наблюдательной астрономии, а также для получения уникальных высокохудожественных фотографий.

### Экспериментальная часть

Спектры растворов получены с помощью спектрофотометра 721, где в качестве источника света служит галогенная лампа, монохроматором служит дифракционная решётка. Диапазон длин волн используемого спектрофотометра 320-1000 нм. Исследуемый образец помещается в специальные держатели. При спектральных измерениях жидких образцов используются специальные кюветы из кварцевого стекла.

#### 1) Получение спектров пропускания окрашенных растворов

Растворы готовились на дистиллированной воде, концентрация подбиралась в зависимости от оптической плотности.

В ходе проведения исследования были получены спектры 10 растворов.

Индивидуальные спектры, представленные в Приложении 1 можно разделить на 2 категории – однополосные ( $uCl_2, VOSO_4, NI(NH_3)_6(NO_3)_2$ ), и многополосные ( $Pr(NO_3)_3, KMnO_4$ ). Многополосные интересны для фотографии, однополосные - для астрономии и астрофизики. Сочетание их может привести к сужению полос пропускания, что ценно для астрофизики. Арсенazo III даёт красную широкую полосу, что позволит изготовить на его основе узкополосный светофильтр для исследования Солнца.

## 2) Получение спектров промышленных светофильтров

В ходе второй части исследования были получены спектры промышленных светофильтров: blue, purple, green, red.

В Приложении 2 приведены спектры сравнения некоторых промышленных фильтров с растворами. Видны сходства и отличия по спектрам, что связано с оптической природой окрашенных слоёв. Сравнительный анализ позволит в будущем подобрать другие специфические варианты при совмещении.

Результаты представлены в Приложении 2.

## 3) Спектры пропускания совмещенных светофильтров и окрашенных растворов

Для получения более узкой полосы пропускания были выбраны светофильтры blue и purple. На практике проверили наложение двух светофильтров (Приложение 3).

В ходе исследования наложения двух фильтров blue и purple друг на друга получили, что результирующий спектр имеет более узкую полосу пропускания.

При совмещении двух растворов – нитрата неодима и аммиачного комплекса меди, можно выделить и заметно сузить полосу в районе 420 нм с полушириной 50 нм, что уже неплохо для астрофизических исследований.

Сравнение спектров промышленных фильтров и фильтров на основе неорганических веществ показывает, что с помощью фильтров на основе неорганических веществ можно добиться более узкой полосы пропускания фильтра.

### Выводы:

- 1) Метод спектрофотометрии позволяет проводить полезные исследования оптических свойств окрашенных сред для практического применения.
- 2) Полученные спектры растворов позволили выявить наиболее интересные варианты, которые можно применить для фотографии и астрофизики.
- 3) Полученные спектры окрашенных растворов и промышленных фильтров, а также их сравнительный анализ позволяют провести отбор наиболее интересных в оптическом отношении сочетаний цветов. Это позволяет в некоторых случаях заметно сузить полосу пропускания исследуемой среды и более того, сделать эту полосу единственной, что ценно для астрономии. Остальные сочетания цветных сред можно использовать для художественной фотографии, особенно те, у которых более одной полосы пропускания в спектре.
- 4) Метод совмещения двух растворов позволяет убирать лишние полосы пропускания и выделять нужные.

### Заключение

Проведены исследования окрашенных растворов методом оптической спектрофотометрии. Получены спектры и выявлено сочетание растворов, позволяющее получить узкополосный светофильтр для астрофизики и астрономии.

Сделаны полезные выводы относительно перспективности данной методики изготовления и использования окрашенных растворов. Получены спектры многополосных в спектральном отношении растворов для целей художественной фотографии.

В перспективе планируется изготовление тонкостенного стеклянного фильтра с использованием выбранных с помощью исследования растворов и применение его для нужд астрономии и художественной фотографии.

### Приложение 1. Спектры исследуемых веществ

- Спектры растворов синих веществ

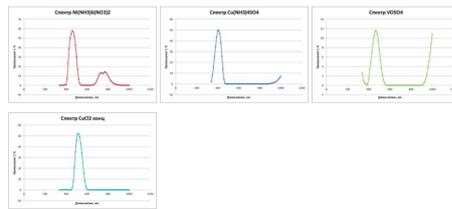


Рис. 1.

- Спектры растворов фиолетовых веществ

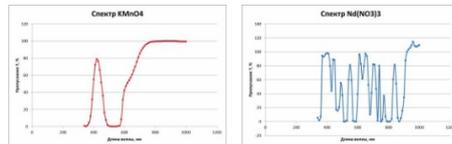


Рис. 2.

- Спектры растворов красных веществ

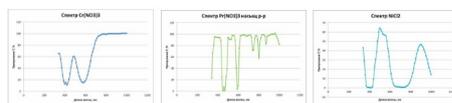


Рис. 3.

- Спектры растворов красных веществ

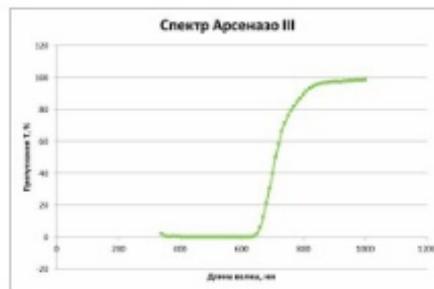


Рис. 4.

## Приложение 2

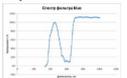
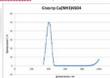
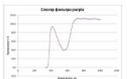
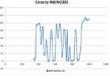
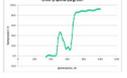
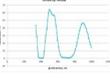
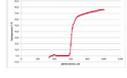
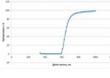
Фильтры	Вещества
 Фильтр blue 	 Сульфат тетрааммин меди - $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ 
 Фильтр purple 	 Нитрат неодима - $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3$ 
 Фильтр green 	 Хлорид никеля - $\text{NiCl}_2$ 
 Фильтр red 	 Арсенazo I 

Таблица 1

## Приложение 3

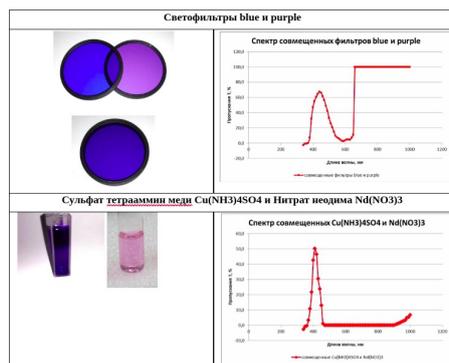


Таблица 2

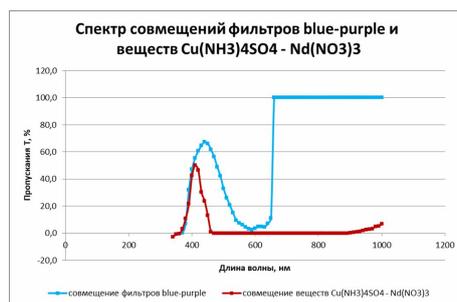


Рис. 5.

## Получение и исследование магнитных свойств никелевых плёнок на меди

Автор:

Шмаков Александр Александрович, Россия, Липецкая область, г. Липецк, МБОУ Гимназия №12, 10 класс.

Научный руководитель:

ФИЛИППОВ Владимир Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математики и физики Липецкого государственного педагогического университета.

**Цель:** получение никелевых плёнок нано-метровой толщины и изучение их механических и магнитных свойств.

**Задачи:**

- 1) Проведение эксперимента по получению плёнок никеля.
- 2) Изучение механических свойств плёнок никеля с помощью оптической и зондовой микроскопии.
- 3) Изучение магнитных свойств плёнок никеля с помощью зондового микроскопа СММ-2000 в режиме AFM-M (магнитно-атомно-силовой).

**Актуальность:**

Плёнки никеля имеют крайне широкое применение в современном мире. Они используются как покрытие от коррозии для различных механизмов, используются как магнитный носитель и токопроводящий слой в лентопротяжных записывающих устройствах. Во всех этих сферах крайне необходимо знание о механических и магнитных свойствах никелевых плёнок.

**Ход работы:**

Была выдвинута гипотеза, согласно которой при воздействии магнитного поля на никелевые наноплёнки средняя толщина плёнок останется неизменной, а шероховатость плёнок уменьшится. В процессе исследования была разработана оригинальная установка получения никелевых наноплёнок на поверхности меди, локализованных в определённой области (см. Рисунок 1).



Рис.1 Снимок установки для получения никелевых плёнок

Также была экспериментально определена шероховатость поверхности исследуемых наноплёнок с применением современной оптической и зондовой микроскопии (см. Рис.2).

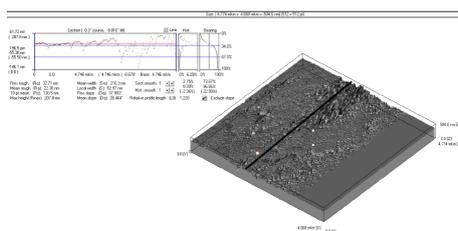


Рис.2 Снимок никелевых плёнок на поверхности меди, обработанной наждачной бумагой и пастой ГОИ с помощью сканирующего микроскопа СММ-2000 (туннельный режим)

Было доказано, что при плотности тока в процессе электролитического получения плёнок, равной  $4,85 \cdot 10^{-3} \text{ А/мм}^2$ , получаем однородные плёнки никеля с низкой шероховатостью. Наконец, было установлено, что плёнки никеля при воздействии на них магнитного поля приобретают меньшую шероховатость, при этом, средняя толщина полученных плёнок не изменяется (см. Рис. 3-4).

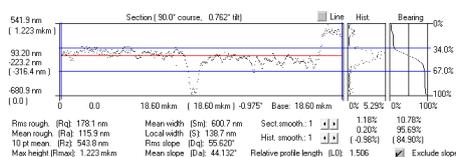


Рис.3 График магнитного рельефа никелевых плёнок в сечении по средней линии №1 до намагничивания



Рис.4 График магнитного рельефа никелевых плёнок в сечении по средней линии №1 после намагничивания

Таким образом, подтвердилась поставленная нами гипотеза.

#### Источники информации:

- 1) Румянцева, К.Е. Физические и технологические свойства покрытий / К.Е. Румянцева. - Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2007. - 80 с.
- 2) Vaz C.A.F., Bland J.A.C., Lauhoff G. Magnetism in ultrathin film structures. Reports on Progress in Physics, Volume 71, Issue 5 (2008) 1-78. doi:10.1088/0034-4885/71/5/056501
- 3) <https://doi.org/10.3367/UFNe.2018.01.038279>
- 4) <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2017.02.032>
- 5) <https://doi.org/10.1002/sml.202004099>
- 6) <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2019.166357>
- 7) Бережная А.Г. Электрохимические технологии и материалы. Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. – 118 с.
- 8) Апокин И.А. Технология изготовления ферромагнитных пленок. Л.: Энергия, 1966. – 80 с.
- 9) Вирбиллис, С. Гальванотехника для мастеров / С. Вирбиллис. – М.: Металлургия, 1990. – 208 с.

# Астрофизика и аэрокосмические технологии

## Определение химического состава метеорного тела по спектру метеора

<b>Автор:</b>	АМЕЛЬЧЕНКО Ангелина Ивановна, МАОУ «Школа с углублённым изучением отдельных предметов №85» г. Нижний Новгород Нижегородской области, 11 класс биохимического профиля
<b>Научный руководитель:</b>	ТРОФИМОВА Ирина Геннадьевна, учитель физики; МАОУ «Школа с углублённым изучением отдельных предметов №85» г. Нижний Новгород Нижегородской области
<b>Научный консультант:</b>	ПОНОМАРЕВ Сергей Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент; Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского г. Нижний Новгород, Нижегородская область

**Цель работы:** научиться определять химический состав метеорного тела по спектру метеора

### Задачи:

- 1) Научиться отличать метеор от других явлений и объектов.
- 2) Изучить методы проведения спектрального анализа.
- 3) Провести спектральный анализ.
- 4) Обработать результаты анализа.

**Научная новизна** С каждым годом в атмосферу Земли проникает огромное количество метеорных тел. Вещества, которые содержат данные тела, могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на атмосферу нашей планеты. Подробно изучив химический состав метеорного тела, мы сможем показать не только его влияние на атмосферу, но и доказать следующее: наличие одинаковых химических элементов на нашей планете и в рассмотренном объекте бесспорно говорит об их едином происхождении.

**Практическая значимость** Изучение метеорных тел имеет большое значение для науки. Наука о метеорах включает в себя физическую теорию, в которой рассматриваются взаимодействие метеорных тел с атмосферой и процессы в метеорных следах; метеорную астрономию, изучающую структуру, эволюцию и происхождение метеорного вещества в межпланетном пространстве; метеорную геофизику, изучающую параметры верхней атмосферы методами наблюдений метеоров, а также влияние притока метеорного вещества на параметры атмосферы.

**Описание работы.** Основное содержание работы – проведение спектрального анализа исследуемого метеорного тела по спектру метеора для определения его химического состава, что даёт нам возможность определить влияние исследуемого объекта на атмосферу нашей планеты.

Полученный нами эмиссионный спектр метеора был проанализирован путём сравнения данного спектра со спектрами различных химических элементов, а также с помощью программы RSpec. Полученные самостоятельные результаты были сопоставлены результатам программы RSpec. В конечном итоге был определён химический состав метеорного тела по его спектру, выявлено его влияние на атмосферу Земли.

Анализируя различные спектры метеоров, астрономы выясняют ряд факторов об исследуемом объекте: состав самой метеорной частицы; размер метеорной частицы; скорость, с которой он столкнулся с верхней атмосферой Земли; высота, на которой была испарена частица; локальные вариации в составе родительской кометы или астероида; влияние содержащихся веществ на атмосферу Земли.

Нашей задачей в рамках данной работы является определение влияния содержащихся веществ в метеорном теле на атмосферу нашей планеты.

Проведена следующая работа: достигнуто умение отличать метеор от других явлений и объектов; изучены методы проведения спектрального анализа; проведён спектральный анализ с использованием готовых ресурсов; проведена обработка результатов анализа, а также сравнение полученных результатов с результатами программы RSpec; определён химический состав метеорного тела

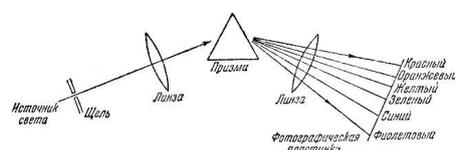


Рис. 1. Принцип оптического спектрального анализа с применением линзы

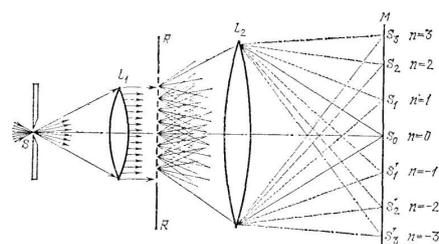


Рис. 280. Действие дифракционной решетки:  $S$  — ярко освещенная щель, параллельная штрихам решетки,  $L_1$  — линза, в фокальной плоскости которой расположена щель,  $R$  — дифракционная решетка,  $L_2$  — линза, дающая совместно с  $L_1$  изображение  $S$  на экране  $M$ ,  $S_0$  — изображение щели  $S$  с помощью неотклоненных лучей (максимум нулевого порядка),  $S_1, S_1'$  — изображения щели  $S$  с помощью отклоненных решеткой лучей (максимумы первого порядка),  $S_2, S_2'$  — изображения щели  $S$  с помощью отклоненных решеткой лучей (максимумы второго порядка) и т. д.

Рис. 2. Принцип оптического спектрального анализа с применением дифракционной решётки



Рис. 3. Изображение исследуемого метеорного спектра

12 мая 2002 года, когда на Очень Большом Телескопе ESO в Обсерватории Паранал (Чили) с помощью спектрографа VLT был получен спектр. Тогда астрономам очень повезло – яркий метеор случайно пролетел как раз там, куда была направлена узкая щель спектрографа на обсерватории Паранал. В это время спектрограф исследовал свет сверхновой звезды, разделяя и регистрируя

многочисленные эмиссионные линии в ближнем инфракрасном диапазоне, которые дают атомы в этом далеком взрыве. Представленное изображение – монтаж фотографий следа метеора и башен телескопов обсерватории Паранал, являющихся частями Очень Большого Телескопа. Внизу на изображении *a* показан полученный суммарный спектр сверхновой звезды и метеора, а на изображении *b* – эмиссионный спектр самого метеора, после вычитания вклада сверхновой и фона.

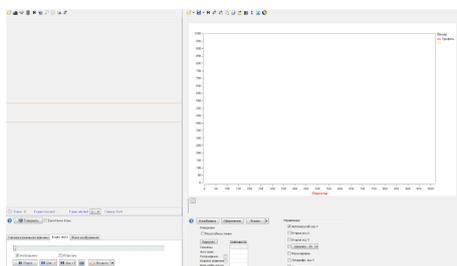


Рис. 4. Программа RSPEC, использованная в исследовании



Рис. 5. Синтезированный нами цветной спектр путём выполнения собранных измерений и программного обеспечения gspec

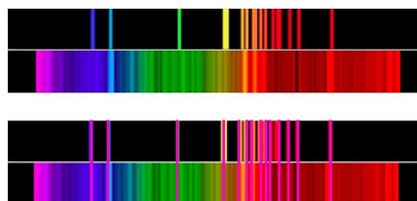


Рис. 6. Один из примеров сравнительного анализа спектра химического элемента (неона) и полученного спектра

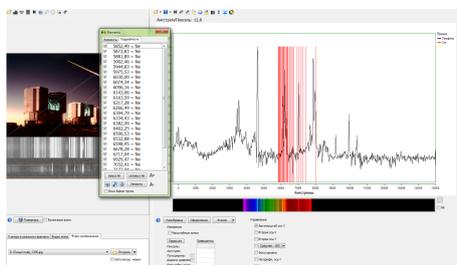


Рис. 7. определение наличия химического элемента (неона) по программе gspec в исследуемом объекте

Химические элементы	Определённый нами химический состав метеора	Химический состав, определённый программой RSPEC
Неон	✓	✓
Водород	✓	Х
Кальций	✓	✓
Натрий	✓	✓
Аргон	Х	✓
Криптон	Х	✓

Таблица 1. Химический состав метеорного тела. Сравнительная таблица

**Итоги исследования:** На сегодняшний день, по результатам проведённой работы, мы смогли не только определить химический состав метеорного тела, но и показать его влияние на атмосферу Земли. Химический состав, определённый нами: неон, водород, кальций, натрий. Химический состав, определённый программой RSPEC: аргон, неон, кальций, натрий, криптон. Результаты получились схожими, а значит, определённый химический состав верен. Исследуемый нами метеор не представляет опасности для атмосферы нашей планеты, так как он является одиночным, а не частью метеорного потока, а значит, содержащиеся в нём вещества никак не повлияют на Землю.

**Источники информации:**

- 1) Эмиссионный спектральный анализ атомных материалов / *А.Н. Зайдель, Н.И. Калитеевский, Л.В. Липис, М.П. Чайка. Под ред. А.Н. Зайделя. Л.; М.: ГИФМЛ, 1960*
- 2) <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
- 3) <https://scienceforum.ru/2015/article/2015010860>
- 4) <https://spacegid.com/spektralnyiy-analiz-v-astronomii.html>
- 5) [https://scask.ru/h\\_book\\_astro.php?id=229](https://scask.ru/h_book_astro.php?id=229)
- 6) <https://zen.yandex.ru/media>
- 7) <https://www.rspec-astro.com/>
- 8) [https://www.popastro.com/main\\_spa1/meteor/meteor-spectra-overview/](https://www.popastro.com/main_spa1/meteor/meteor-spectra-overview/)
- 9) [http://chemanalytica.com/book/novyuy\\_spravochnik\\_khimika\\_i\\_tekhnologa/03\\_analiticheskaya\\_khimiya\\_chast\\_II/5160](http://chemanalytica.com/book/novyuy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/03_analiticheskaya_khimiya_chast_II/5160)

## Аэродинамическая труба. Аэродинамика самолёта

Автор:

АНДРИЕНКО Илья Максимови, ГУО «Гимназия №46 г. Гомеля имени Блеза Паскаля» г. Гомель Республика Беларусь, 8 класс

Научный руководитель:

ПОСЛЕДОВИЧ Алеся Валерьевна, учитель биологии второй квалификационной категории ГУО «Гимназия №46 г. Гомеля имени Блеза Паскаля» г. Гомель Республика Беларусь

**Цель работы:** исследование аэродинамики самолетов, выявление способов применения её в быту и создание прототипа аэродинамической трубы. Исходя, из этого были поставлены следующие задачи:

- 1) Изучить литературу по теме.
- 2) Рассмотреть сферу применения.
- 3) Провести опыты по теме.
- 4) Провести опрос среди учащихся.
- 5) Сделать выводы.

**Актуальность исследования** заключается в том, что аэродинамика является неотъемлемой частью повседневной жизни человека. Например, дроны, рейлинг и спойлер на автомобиле, и все летательные аппараты.

**Предмет исследования:** Крыло самолёта, движение воздуха, аэродинамическая труба.

### Описание работы.

С незапамятных времен люди мечтали научиться летать.

Аэродинамика — это наука о законах движения воздуха и силовом взаимодействии между телом и обтекающем его воздухом (в переводе с греческого «аэро» — воздух, «динамис» — сила).[1]

Аэродинамика — теоретическая основа авиации и ракетной техники. Чтобы проверить самолет на прочность, исследовать его устойчивость, определить летные свойства, необходимо знать аэродинамические силы и моменты, которые возникают при полете самолета. Только с появлением аэродинамики стало возможным рациональное конструирование самолетов.

Над изучением движения тел в воздухе Жуковский начал работать в 1889 году: при своем кабинете прикладной механики в Московском университете он создал небольшую аэродинамическую лабораторию. Вместе со своими учениками в 1902 году он открыл одну из первых в мире аэродинамических труб закрытого типа для проведения различных экспериментов. В 1904 года в подмосковном Кучино под руководством Жуковского был основан первый в мире аэродинамический институт. Исследователи работали на уникальном оборудовании: большой аэродинамической трубе диаметром 1,2 метра, разнообразных приборах - для испытания винтов больших диаметров, изучения ветряных двигателей, исследования лобового сопротивления, влияния вязкости среды, измерения силы тяги и так далее.

Опыты, проведенные Жуковским, позволили ему создать общую аэродинамическую теорию, потребность в которой в то время ощущалась очень остро. Летательные аппараты строились в буквальном смысле "на глаз что часто приводило к катастрофам. На воздушные суда, во время полета, воздействует целый комплекс сил, из которых была хорошо изучена лишь одна - сила тяжести. Остальные изучались методом проб и ошибок, без уравнений и формул. Благодаря же Жуковскому авиаконструкторы получили точную аэродинамическую теорию.[2]

Эта работа носит теоретически-экспериментальный характер. Сначала свойства аэродинамики была исследована посредством различных источников, таких как журналы, книги, интернет. Затем была выполнена экспериментальная часть по созданию аэродинамической трубы.

**Итоги исследования:** Широкий спектр возможных применений аэродинамики делает ее крайне перспективной для авиакосмической отрасли, научных и различных технологических задач.



Из приведенных выше определений становится очевидным, что это крайне многообещающая технология, которая в будущем будет использоваться во многих отраслях жизни, облегчая всем нам жизнь.

В ходе работы мы исследовали аэродинамику самолета, создали прототип аэродинамической трубы. Цель работы достигнута. Задачи, которые мы перед собой поставили, выполнили:

- 1) Изучили литературу по теме.
- 2) Рассмотрели сферу применения.
- 3) Провели опыты по теме.
- 4) Провели опрос среди учащихся.
- 5) Сделали выводы.

Можно заключить, что современная авиация находится в некотором промежуточном состоянии. Уже просматриваются новые образы следующих поколений летательных аппаратов, но «пересесть» на них пока невозможно из-за того, что необходимы принципиально новые технологические решения.

Другими словами, авиация ждет существенного качественного скачка в материаловедении и технологиях производства двигателей, крыльев и т.п.

И, что особенно важно, требуются нестандартно мыслящие новаторы, которые, собственно, и способны обеспечить такой качественный скачок

#### **Источники информации:**

- 1) Краткая история развития аэродинамики – [Электронный ресурс]: [Ссылка](#).
- 2) Пять главных открытий "Отца русской авиации" Жуковского – [Электронный ресурс]: [Ссылка](#).
- 3) Основы и особенности аэродинамики – [Электронный ресурс]: [Ссылка](#).
- 4) Первый самолет в истории – [Электронный ресурс]: [Ссылка](#).
- 5) Аэродинамика – [Электронный ресурс]: [Ссылка](#).

## Разработка системы спасения полезной нагрузки ракет

Автор:

АНКУДИНОВА Алла Николаевна, ЦМИТ «Перспектива» г. Курганинск Краснодарский край, 10 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

ПОПКО Кирилл Сергеевич, инженер-радиофизик, магистр радиофизики, директор ЦМИТ «Перспектива»

**Цель работы:** разработать систему спасения, которая будет срабатывать с высокой скоростью и будет способна увести полезную нагрузку на безопасное расстояние.

### Задачи:

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Выявить особенности создания систем спасения полезной нагрузки.
- 3) Изучить аналоги и принцип их работы.
- 4) Собрать экспериментальный образец системы спасения.
- 5) Собрать ракету для проведения проверки системы спасения.
- 6) Подобрать оптимальные параметры парашютной системы и ракеты.
- 7) Провести испытание системы.
- 8) Выполнить сравнительный анализ систем спасения, основанных на разных принципах срабатывания выталкивающего механизма.
- 9) Определить возможность применения полученной конструкции в качестве нового продукта на коммерческом рынке.
- 10) Подготовить заключение по технологии создания систем спасения полезной нагрузки.
- 11) Подготовить расчёт экономической эффективности проекта.

**Научная новизна** работы отличается новаторством в исследуемой тематике, так как проектирование оптимальной системы спасения ракет, выводимых на солнечно-синхронную и на околоземную орбиты, является актуальной проблемой для производителей, разрабатывающих системы спасения. В случае нормального запуска маршевой двигательной установки, система спасения не отстреливается от ракеты-носителя и вводится при помощи сервомотора. Разработана технология проектирования парашютной системы для определенного груза. Полученная система будет иметь высокую скорость срабатывания и способность увести полезную нагрузку на безопасное расстояние. Также планируется относительно удешевить производство таких систем спасения.

**Практическая значимость.** В исследовательской работе проведена практическая разработка сборки парашютной системы спасения ракет-носителей, отличающаяся тем, что основным ее преимуществом является точность и скорость срабатывания основного механизма. По результатам проведенных исследований предложен процесс разработки определения основных параметров парашютной системы: принципиальной структуры ее и размеров, входящего в нее парашюта, потери времени и высоты при наполнении купола и торможении. В задачу проектирования системы спасения полезной нагрузки для данного груза входит определение оптимальной структуры системы, нахождение размеров и других параметров, входящих в нее парашютов и агрегатов, расчет нагрузки на элементы системы, обеспечивающий выбор соответствующих конструкционных материалов, подсчет объема и веса уложенной системы

На сегодняшний день, по результатам проведённой работы, был проведен запуск ракеты на водяном топливе с использованием простейшей системы спасения полезной нагрузки.

### Описание работы.

Основное содержание работы – разработать систему спасения ракет-носителей с высокой точностью и скоростью срабатывания, что позволит доставлять полезную нагрузку в целости на землю.

Технология создания многокупольной парашютной системы спасения позволит улучшить такие показатели, как скорость срабатывания и себестоимость продукта

На основе проделанной работы можно утверждать, что:



- 1) Создание парашютной системы спасения, которая будет быстро срабатывать и будет уводить полезную нагрузку на безопасное расстояние.
- 2) Не нужно будет для каждого запуска покупать новый комплект полезной нагрузки.
- 3) Можно будет уменьшить стоимость системы спасения полезной нагрузки.
- 4) В дальнейшем создать прототип многокупольной парашютной системы спасения

**Итоги исследования:** В ходе выполнения проекта были подготовлены чертежи элементов конструкции. Проведено компьютерное моделирование работы ракеты в программе Open Rocket. Рассчитаны необходимые параметры ракеты и механизмов системы спасения. Проведено моделирование электронного блока управления. На данном этапе развития проекта были изготовлены прототип ракеты и парашют. Основные детали системы спасения планировалось сделать из пластика, но такая сборка занимает значительно больше времени. Решением этой проблемы стало изготовление некоторых деталей из текстолита, металла алюминия и дерева, аналогами которым будут являться пластиковые детали. После первого запуска ракеты был выявлен ряд проблем. При достижении апогея головной обтекатель откинулся, но парашют не раскрылся. Было решено поменять расположение парашюта внутри ракеты и изменить принцип работы системы спасения. После проведенных преобразований расположение парашюта стало более компактным.

## Приложение №1. Экономическая эффективность проекта

### Расчет эффективности производства парашютной системы спасения

Так как опытный образец находится на стадии изготовления и испытания, то экономическая выгода будет рассчитана на основе стоимости полезной нагрузки

Исходные данные: Состав полезной нагрузки водной ракеты: Arduino Pro Micro, плата датчиков IMU 10 DOF, GY-91, модуль записи на CD карту, радиомодуль HC-12, микро сервопривод, плата контроллера полета Rocket Board, USB-UART конвертер.

Себестоимость 1 набора полезной нагрузки – 5000 руб.

Предполагается совершить 10 запусков за год. Если не использовать систему спасения, то придется покупать полезную нагрузку и собирать новый корпус ракеты для каждого запуска.

Ориентировочные затраты в этом случае – 60000 тыс. руб.

Расчет:

- 1) Определяем потери К полезной нагрузки при 10 запусках:

$$K = 5000 \times 12 = 60000 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

### Расчет текущих затрат

Заработная плата рассчитана по тарифно-квалификационным справочникам (Приложение №10, Таблица №6). Технологический штат, представленный в таблице, управляет технологическими потоками производства.

Ремонтные работы, обслуживание приборов, транспортные перевозки, услуги финансовой, коммерческой служб и другие вывожу из основного штата и передаю в разряд услуг подрядных организаций.

### Расчет потребности в инвестициях

- 1) Расходы на изобретательскую деятельность – 40.00 тыс. руб.
- 2) Транспортные расходы – 24.00 тыс. руб.

**Итого: 64.00 тыс. руб.**

Расчет стоимости оборудования представлен в Приложении №10, Таблица №8.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования:

- 1) Услуги сторонних организаций – 90.00 тыс. руб.



2) Текущий ремонт оборудования –150.00 тыс. руб.

**Всего: 304.00 тыс. руб.**

### Период окупаемости

Период окупаемости проекта показывает за какой срок предприятию возвратятся денежные средства, вложенные во внедрение новой системы спасения полезной нагрузки.

Период окупаемости определяем по формуле:

$T = K/\Pi$ , где:  $T$  – период окупаемости, год;

$K$  – инвестиции на основные фонды и их внедрение, тыс.руб.;

$\Pi$  – прибыль за счет реализации готовой продукции, тыс.руб.

$T = 304/200 = 1.52$  года

### Приложение №2: Выбор оптимальной формы парашюта спасательной системы



Рис. 3. Плоский купол, изготовленный из нейлона



Рис. 4. Купол парашюта с количеством строп равным 15

### Приложение №3: Полусферический купол

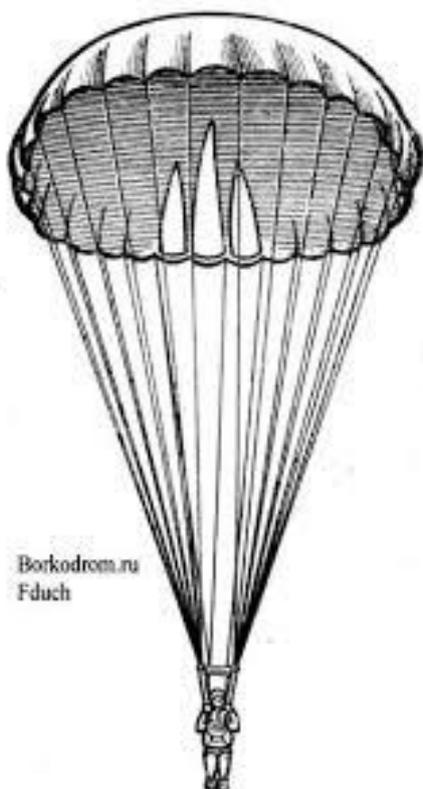


Рис. 5. Форма полусферического купола

#### Приложение №4: Многокупольная парашютная система



Рис. 6. Многокупольная парашютная система

#### Приложение №5: Время наполнения многокупольной парашютной системы

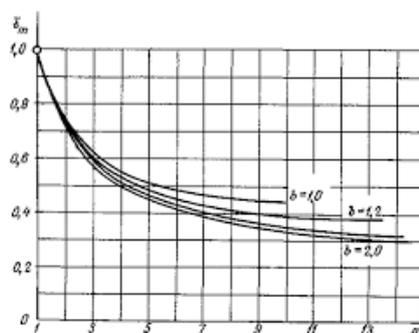


Рис. 7. Время наполнения многокупольной парашютной системы

## Модель четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи с Землей для будущих поселений Марса

<b>Автор:</b>	<b>АРХИПОВ Захар Михайлович</b> , МБОУ «Лицей «Технический» им. С.П. Королева, г. Самара, 9 класс
<b>Научный руководитель:</b>	<b>ФИЛИППОВ Юрий Петрович</b> , к.ф.-м.н., доцент кафедры общей и теоретической физики Самарского национального исследовательского университета им. академика С.П. Королева
<b>Научный руководитель:</b>	<b>СТАРИНОВА Ольга Леонардовна</b> , профессор кафедры динамики полёта и систем управления Самарского национального исследовательского университета им. ак. С.П. Королева

Одной из задач, стоящих перед человечеством в XXI веке, является покорение Марса. Освоение планеты в будущем будет принципиально невозможно без создания устойчивой коммуникационной системы связи между Землей и Марсом. Данная система должна решать три основные задачи: обмен информацией между людьми Земли и Марса, передача команд с Земли на Марс для роботов, осваивающих поверхность Красной планеты, передача данных исследований с Марса на Землю. Существующие односпутниковые модели, такие как Mars Odyssey или Mars Reconnaissance Orbiter дают очень большую задержку во времени. Марсоход для того, чтобы передать данные, ждет, когда спутник будет доступен для связи, при этом могут пройти часы или сутки.

Поэтому главной целью настоящей работы является построение новой модели четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи Марса с Землей для будущих поселений Марса.

Основными задачами работы являются следующие положения:

- 1) Расчет основных характеристик орбиты стационарного искусственного спутника Марса и его зоны покрытия.
- 2) Формулировка новой модели четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи.
- 3) Определение ориентации антенн стационарных спутников. Расчет времени блуждания сигнала.
- 4) Определение положения Межпланетной станции связи, ее зон покрытия и времени распространения сигнала.
- 5) Определение основных свойств сеансов связи с Землей.
- 6) Расчет мощности и площади солнечных батарей станции связи.

Основными методами решения поставленных задач являются:

- 1) методы классической механики;
- 2) алгебраические методы редукции.

Для расчетов использовалась система компьютерной алгебры Mathematica, рисунки были сделаны в CorelDRAW.

В работе выполнен расчет основных характеристик орбиты стационарного искусственного спутника (ИС) Марса и его зоны покрытия. В частности, вычислены радиус круговой стационарной орбиты ИС Марса, рассчитаны угловой диаметр планеты для ИС, максимальное время передачи сигнала по пути "Марс-стационарный спутник-Марс. Показано, что радиус искомой орбиты составляет лишь 20430 км, что более чем в два раза меньше соответствующего значения для Земли, а время передачи сигнала по указанному пути составляет 0.13 с.

Сформулирована новая модель четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи (3 орбитальных спутника связи – ОСС, вращающихся по стационарной орбите вокруг Марса, и 1 межпланетная станция связи – МСС, находящаяся в 1 точке Лагранжа системы «Солнце - Марс» L1). Модель визуальна представлена с помощью 3D вентилятора.

Доказано, что МСС будет всегда находится в зоне покрытия хотя бы одного из спутников, что любая точка экватора Красной планеты всегда находится в зоне покрытия хотя бы одного из спутников, при этом каждый ОСС всегда находится в зоне покрытия двух других спутников. Выполнен

расчет времен блуждания сигнала между двумя точками поверхности планеты через ОСС.

Вычислено расстояние от центра Красной планеты до первой точки Лагранжа. Показано, что любой спутник и Марс всегда находятся в зоне покрытия антенны МСС, ориентированной на Марс. Выполнен расчет времен блуждания сигнала по траекториям: "Планета-МСС-планета" "Планета-МСС-ОСС" "ОСС-МСС-ОСС".

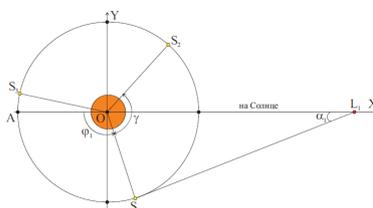


Рис. 3: к определению положений ОСС и МСС.

Рисунок 1.

Доказано, что орбита Земли полностью попадает в зону покрытия трех антенн МСС. Рассчитан диапазон возможных значений времени передачи сигнала с МСС на Землю и обратно, с Марса на Землю и обратно.

Рассчитаны необходимая мощность излучения для ретрансляции через МСС на Землю и ОСС и площадь солнечных батарей МСС. Наши результаты сравнимы с мощностью антенн действующего спутника Марса Mars Reconnaissance Orbiter.

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в новизне и компактном аналитическом их представлении. Полученные результаты имеют огромную практическую важность: предложенная модель космической связи может быть легко адаптирована к другим телам Солнечной системы, которые в будущем сможет покорить человечество, с учетом их индивидуальных свойств и особенностей.

В последующем будет рассчитан объем информации, который может быть передан с использованием нашей модели.

#### Источники информации:

- 1) Звоним на Марс: как NASA осуществляет связь с Curiosity. [Ссылка](#)
- 2) Петрович Н.Т., Космическая радиосвязь // Н. Т. Петрович, Е. Ф. Камнев, М. В. Каблуква. М.: Сов. радио. 1979. 280 с.

## Подбор начального приближения для граничных условий в задаче перелётов космического аппарата с двигателями малой тяги в системе Земля-Луна

Автор:

БЛАЖНОВА София Семёновна, 10 «А» класса МБОУ СМАЛ г. Самара, Самарская область

Научный руководитель:

ФАЙН Максим Кириллович, старший преподаватель кафедры высшей математики Самарского университета

В настоящее время ведущие космические державы разрабатывают перспективные лунные проекты. Концепция исследования и освоения Луны Российской Федерацией была озвучена 28 ноября 2018 года. На 2020-е годы планируется активное исследование Луны, в том числе, с использованием точек либрации L1 и L2. Одной из **актуальных** задач в этой области видится баллистическое проектирование космических аппаратов с двигателями малой тяги при перелётах в системе Земля-Луна. Одной из **проблем** ряда существующих методов оптимизации является подбор начального приближения, который обычно осуществляется из экспертной оценки.

**Целью** данной работы является создание алгоритма и выработка рекомендаций по поводу подбора начального приближения для граничных условий в задачах перелёта космического аппарата в системе Земля-Луна. Для достижения поставленной цели в работе решается ряд задач:

- 1) Обзор существующих методов оптимизации, применяемых в решении задач перелётов космического аппарата.
- 2) Моделирование движение космического аппарата с двигателями малой тяги в системе Земля-Луна.
- 3) Определение совокупности начальных данных, требующих подбора начального приближения.
- 4) Выработка рекомендаций по подбору начального приближения, построение алгоритма.

В первой главе рассмотрены существующие методы оптимизации траекторий космических аппаратов малой тяги. Методы оптимизации в многомерном пространстве делятся на две большие группы — прямые и косвенные. Прямые методы основаны на сравнении вычисляемых значений целевой функции в различных точках, они преобразуют задачу к форме параметрической оптимизации, которая решается, как правило, с помощью нелинейного программирования. Косвенные же методы основываются на использовании необходимых и достаточных условий математического определения максимума и минимума функции, приводят к решению двухточечной краевой задачи на основе, например, принципа максимума Л.С. Понтрягина.

Во второй главе описана математическая модель движения космического аппарата, совершающего перелёты в системе Земля-Луна, в частности, между точками либрации L1

и L2. Выводы, сделанные по рассмотренным перелётам, могут быть масштабированы для любых перелётов между двумя компланарными орбитами.

Так же рассматривается задача трёх тел – одна из классических задач небесной механики. Общее решение задачи трех тел в аналитическом виде не найдено, поэтому мы будем рассматривать только ограниченную задачу трех тел. Вводятся предположения о том, что все три точечных тела P1, P2 и P3 движутся в одной плоскости и тело P3 имеет настолько малую массу, что ее влиянием на первые два можно пренебречь. Движение тела P3 происходит под действием гравитационного притяжения, определяемого законами Ньютона.

В третьей главе подведены итоги проделанной работы. С помощью программного комплекса были получены результаты перелёта КА с двигателями малой тяги между точками либрации L1 и L2 системы Земля-Луна. Масса космического аппарата  $m$ , удельный импульс  $c$  и суммарная тяга двигателей  $p$  соответствуют параметрам многоразового транспортного буксира. Параметры орбит  $r_k$ ,  $r_0$ ,  $\phi$  и значения скоростей  $v_r$ ,  $v_\phi$  были приняты согласно положениям точек либрации L1 и L2 системы Земля-Луна.

Исходя из зависимостей, установленных в главе 3.1, можно сделать базовые выводы и составить рекомендации по подбору начального приближения. Конечной целью таких рекомендаций служит возможность для проектанта подобрать начальное приближение.



В данной работе получены следующие результаты:

- выполнен обзор существующих методов оптимизации, применяемых в решении задач перелётов космического аппарата.
- проведено моделирование движение космического аппарата с двигателями малой тяги в системе Земля-Луна.
- определена совокупности начальных данных, требующих подбора начального приближения.
- выработаны рекомендации по подбору начального приближения, построение алгоритма.

## Разработка технологии поиска лучших строительных материалов

Автор:

БОЙЧЕНКО Максим Геннадиевич, Ученик 8 класса  
МБОУ «СОШ №5» г. Симферополь, Республика Крым

Научный руководитель:

ЛАВУТ Елена Сергеевна, Педагог дополнительного образования  
ГБОУ ДО РК «МАН «Искатель»

### Цель работы

Разработать методику отбора лучших строительных материалов в труднодоступных местах и построить из них демонстрационное строение

- 1) Изучить термодинамические процессы для воздуха и твёрдых тел.
- 2) Изучить термодинамические процессы для воздуха и твёрдых тел.
- 3) Определить теплоёмкости собранных на этих территориях горных пород.
- 4) Описать морфологию, физические и химические характеристики горных пород
- 5) Выбрать наиболее подходящие для строительных материалов.
- 6) Определить влияние наличия тех или иных горных пород на формирование микроклимата.

**Теоретическая часть.** Критерии и параметры для поиска строительных материалов (технические требования)

Мы с нашей группой «МАН» и Еленой Сергеевной очень часто ходим в походы, и там я собирал горные породы. Мы побывали: на Демерджи, Караби, Соколиное, Красные пещеры, и там я собрал свою коллекцию горных пород. Для этого проекта было взято 23 камня для лабораторных исследований. (Приложение, рис.1)

Для отбора камней надо было определить у них твердость, плотность, излом, гигроскопичность и теплоемкость. Мы определяли эти критерии для того чтоб дом не рассыпался, не было сырости, сохранялось тепло.

Для определения плотности камней надо у них измерить массу и объем.

Для определения твердости камней есть 2 способа

- 1) царапать камень по стеклу
- 2) царапать камень об камень

Гигроскопичность это когда камень впитывает в себя влагу, а гидрофобность это когда камень отталкивает влагу.

Есть 6 видов излома

- 1) вид ровный
- 2) вид неровный
- 3) вид ступенчатый
- 4) вид раковистый
- 5) вид землистый
- 6) вид занозистый

Теплоемкость это на сколько сильно камень впитывает в себя тепло.

### Тезис

В ходе разработки научной работы мы собирали образцы для исследований и разрабатывали критерии отбора. сделали из них дом. Изучили термодинамические процессы для воздуха и твёрдых тел.

Провели полевые исследования по определению метеорологических данных на территориях с разным составом грунта.

Определили теплоёмкости собранных на этих территориях горных пород.

Описали морфологию, физические и химические характеристики горных пород

Выбрали наиболее подходящие для строительных материалов.

Определили влияние наличия тех или иных горных пород на формирование микроклимата.

В процессе разработки технологии поиска, лучших строительных материалов, мы поняли, что эта работа дает для будущего очень большие перспективы особенно для меня. По этим исследованиям мы написали научную работу, нашли место богатое подходящее для нас строительными материалами.

### **Актуальность**

Климатические особенности какой либо местности – микроклимат могут играть решающую роль в выборе места для строительства или проведении астрономических наблюдений или же просто туристической ночёвки. Обычно для того чтобы исследовать микроклимат, необходимо большой массив данных для этого места. Чтобы упростить этот прогноз можно провести некоторые полевые исследования окружающей местности, которые будут влиять на микроклимат. Я предположил, что горные породы в разной степени могут сохранять тепло и тем самым влиять на микроклимат. Кроме того если знать свойство горных пород накапливать и аккумулировать тепло, то можно создать более качественные строительные материалы.

### **Итоги исследований**

В разных экспедициях мы собирали образцы для исследований и измеряли температуру грунта, определяли теплоемкость, излом, массу и т.д.

По этим исследованиям мы написали научную работу, нашли место богатое подходящее для нас строительными материалами. И сделали из них дом.

В процессе разработки технологии поиска, лучших строительных материалов, мы поняли, что эта работа дает для будущего очень большие перспективы особенно для меня.

Я ознакомился со строительными материалами, по каким критериям стоит строить новые дома.

### **Источники информации:**

- 1) *Борисенко Л. С., Львова Е.В.* Крым. Геология. Жизнь. Симферополь: Н. Орианда, 2011.-464с.
- 2) *Гиргенс Г.* Алушта: Путеводитель.-Симферополь : Таврия, 1979. – 96.
- 3) *Лебединский В. И.* С геологическим молотком по Крыму. Изд. 3-е, перераб. И доп.- М.: Недра, 1982.-159с.
- 4) *Терехов В. П.* Там, за Демерджи.- Путеводитель. Симферополь: Таврия, 1978.-88с.
- 5) *Чупиков Б.* Караби: Туристические маршруты: Путеводитель.- 2-е изд., перераб. и доп. –Симферополь: Таврия, 1987.-96с.
- 6) *Шуман В.* Мир камня. В 2-х т. Т.1. Горные породы и минералы: Пер.с нем. / Предисл. *Е.Я. Киевленко.* – М.: Мир, 1986.-215с.
- 7) Демерджи: Фотоальбом. Фото *Радченко И.М.* – и др. Киев:Искусство, 1983.-47с.
- 8) Минералы. Сокровища Земли. Ежедневное издание. Выпуск №1,2012. Де Агостини.
- 9) Древо познания. Научно – познавательная коллекция. Маршалл Кавендиш.2002.

## Стенд для измерения тягового усилия газо-жидкостного реактивного двигателя

Автор:	ВАСИЛЬЕВ Александр Иванович, МАОУ гимназия №35, г. Екатеринбург
Научный руководитель:	ЧЕРНЫХ Илья Викторович, профессор УрФУ, г. Екатеринбург

**Цель работы.** Экспериментальное измерение тягового усилия газо-жидкостного реактивного двигателя (ГЖРД) и оценка возможности движения судна с помощью такого двигателя.

### Задачи исследования.

- 1) Спроектировать и изготовить стенд для измерения тягового усилия газо-жидкостного реактивного двигателя.
- 2) Измерить тяговое усилие, создающееся при открывании бутылки Шампанского.
- 3) Определить усилие сопротивления при движении судна по воде.
- 4) Определить может ли судно двигаться с помощью газо-жидкостного реактивного двигателя.

**Научная новизна.** В настоящее время в литературе и сети Internet полностью отсутствуют сведения о том какое тяговое усилие может развить бутылка Шампанского. Нами впервые получена величина тягового усилия бутылки Шампанского.

**Практическая значимость.** Газожидкостный реактивный двигатель может быть использован в качестве резервной силовой установки кратковременного действия на судах различных типов. При возникновении угрожающей ситуации, когда, например, необходимо избежать столкновения с другим судном, опорой моста, айсбергом и т.д. такой двигатель может быть использован.

**Описание работы.** В работе рассмотрена бутылка Шампанского, как реактивный двигатель. Показано, что бутылка с газированным напитком при открывании является, с точки зрения физических принципов и конструкции, настоящим реактивным двигателем. Разработан и изготовлен стенд для измерения тягового усилия ГЖРД. Стенд включает систему измерения усилия и систему фиксации. Проведены эксперименты по измерению тягового усилия. Рассчитана зависимость усилия сопротивления воды от скорости для яхты капитана Врунгеля «Беда». Определена скорость движения яхты.

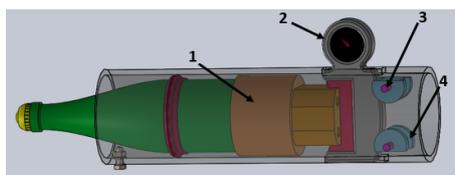


Рис. 1 – Система измерения (1 – адаптер, 2 – силомер, 3 – шпилька, 4 – фигурная втулка)

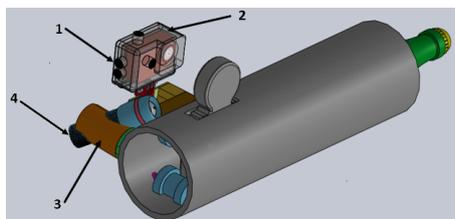


Рис. 2 – Стенд с системой фиксации измерений (1 – защитный бокс камеры, 2 – камера, 3- держатель, 4 – фонарик)



Рис. 3 – Готовый стенд

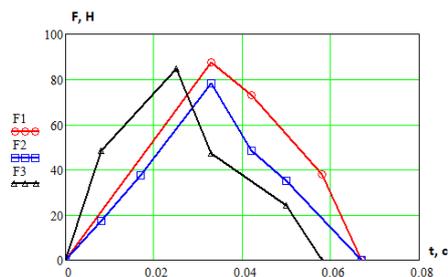


Рис. 4 – Зависимости тягового усилия от времени для 3-х опытов

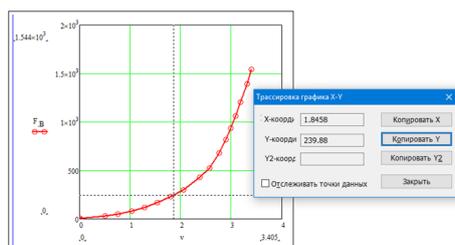


Рис. 5 – Определение скорости яхты «Беда»

### Итоги исследования.

Экспериментальное определение тягового усилия бутылки Шаманского показало, что оно составляет 80 кН. При одновременном открывании 3-х бутылок яхта способна двигаться со скоростью 6.7 км/ч. Этой скорости достаточно, чтобы яхта вышла из зоны штиля. Таким образом эпизод, описанный в повести А.С. Некрасова вполне мог иметь место в реальности.

### Источники информации:

- 1) Некрасов А.С. Приключения капитана Врунгеля // Пионер. – 1937. – №4 . С. 120 – 123.
- 2) Яхшаров П.С. Буксировочные испытания яхт // Катера и Яхты. – 1974. – №4 (50). С. 44 – 45.
- 3) Яхта-монотип «Фолькбот» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Ссылка](#) (29.03.2020)

## Исследование связи между физическими свойствами горных пород

Автор:

ВАХИТОВА Дания Римовна, МБОУ «Лицей № 153» г. Уфа, Республика Башкортостан, 10 класс

Научный руководитель:

ЛУКМАНОВА Сакина Нурулловна, завуч по учебной работе, учитель физики, МБОУ «Лицей № 153» г.Уфа, Республика Башкортостан

**Цель работы** - установить возможные корреляционные связи между физическими свойствами карбонатных пород на основе результатов исследования керна для дальнейшей разработки карбонатных коллекторов.

### Задачи:

- 1) Изучить особенности карбонатных горных пород.
- 2) Изучить методы измерения пористости, проницаемости, плотности.
- 3) Выполнить анализ исходных физических параметров, измеренных на образцах керна.
- 4) Построить зависимости пористость=f(проницаемость, плотность, др.).
- 5) Выполнить анализ полученных результатов.

**Научная новизна** работы заключается в том, что для карбонатных пород фаменского возраста сложного геологического строения, характеризующихся трещиноватостью, высокой плотностью, низкой пористостью, получены устойчивые корреляционные зависимости между физическими свойствами, необходимые для интерпретации данных геофизических исследований скважин.

**Практическая значимость.** Полученные в работе корреляционные зависимости являются необходимыми для дальнейшего описания и анализа карбонатных горных пород с низкими коллекторскими свойствами, в которых нефтяники находят нефть. Полученные устойчивые зависимости являются частью методики интерпретации геофизических данных, зарегистрированных в карбонатных породах сложного строения. Результаты, полученные при выполнении работы, будут использованы в процессе интерпретации коллекторских свойств карбонатных отложений фаменского возраста.

### Описание работы.

Очень актуальной в настоящее время является проблема установления разного рода зависимостей между физическими параметрами карбонатных горных пород с низкими коллекторскими свойствами. Именно в таких породах довольно сложного строения нефтяники находят нефть. Получение устойчивых зависимостей между свойствами горных пород на основе результатов исследования керна необходимо для дальнейшего анализа и интерпретации геофизических данных.

При выполнении своей исследовательской работы я изучала особенности карбонатных горных пород. Они образованы много миллионов лет назад за счет преобразования останков морских организмов, которые накапливались на дне моря, и за счет физико-химических процессов. Узнала, какими физическими свойствами обладают известняки. Выполняя работу, я изучила методы измерения пористости, проницаемости, плотности горных пород. Эти свойства определяются на образцах керна, который извлекают при бурении нефтяных скважин, в специальных лабораториях.

Моя научная работа заключалась в том, что на основе результатов лабораторных измерений керна я исследовала связи между различными свойствами горных пород. Я нашла зависимости, связывающие их физические параметры. Получила надежные корреляции между проницаемостью породы и ее пористостью, между плотностью и пористостью.

Интервал отбора, м		Место выходов	Литологическое описание	Пористость, %	Проницаемость, мД	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Примечание
кряж	подкряж					объем.	минер.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2837.00	2848.70	2.14	Известняк с гнездами ангидрита и кальцита, порово-каверновый, каверны частично андрустранованы кальцитом.	1.74	0.011	2.62	2.67	каверны
2837.00	2848.70	3.59	Известняк нефтенасыщенный, мелкозернистый, с тонкой трещиновой открытой типа, каверновый.	3.63	1.87	2.59	2.69	трещины
2837.00	2848.70	8.10	Известняк мелкозернистый, с крупными зернами, с фенестровой и мажорановой пористостью, валечковой и андрустранованной кальцитом.	0.86	0.28	2.68	2.70	трещины

Таблица 1. Фрагмент результатов измерений на образцах керна пористости, проницаемости и плотности карбонатных пород

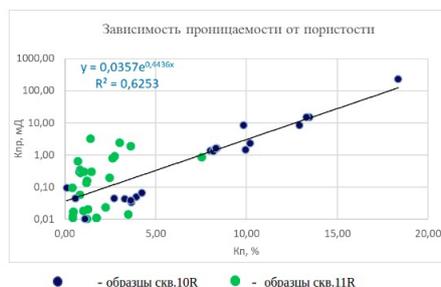


График 1. График зависимости  $K_{пр}$  от  $K_{п}$

**Итоги исследования:** Результаты моих исследований имеют практическое значение для описания и анализа карбонатных горных пород с низкими коллекторскими свойствами, в которых нефтяники находят нефть.

И что особенно важно, полученные устойчивые зависимости являются частью методики количественной интерпретации геофизических данных, зарегистрированных в карбонатных породах сложного строения, плотных, трещиноватых, без которой невозможно определить проницаемые коллекторы, рассчитать пористость и проницаемость.

## Поиск околосолнечных комет SOHO

Авторы:

Е. С. ГАВРИЛОВА и Д. Д. ФЕДОРУК, МОУ СП № 105  
Ворошиловского района Волгограда

Научный руководитель:

Н. С. ГАДЫШЕВА

В работе проведён анализ движения трёх обнаруженных комет, оценены скорости их движения, перемещения комет и расстояния, на которые кометы смогли приблизиться к Солнцу. Описаны наблюдаемые траектории движения комет, проанализирован процесс фрагментации одной из комет, представлена методика поиска и определения отдельных физических параметров комет. Разработана памятка по наблюдению комет на SOHO.

Поиск и наблюдение комет в настоящее время чрезвычайно актуальны, так как, несмотря на тщательное их изучение, кометы хранят ещё много загадок, которые учёные пытаются разгадать. А наблюдение околосолнечных комет (это кометы, у которых орбиты имеют перигелий меньше 0,1 а.е.) приводит к изменению научных знаний о Солнце и среде, заполняющей околосолнечное пространство.

Околосолнечные кометы исследуют с помощью космических телескопов-коронграфов. В 1996 году в исследования включилась солнечная гелиосферная обсерватория SOHO (SOlar Heliospheric Observatory). Обсерватория движется вокруг Солнца, находясь в точке Лагранжа L1, и 24 часа в сутки ведёт мониторинг процессов, происходящих на Солнце, контролируя окрестности нашей звезды до трёх десятков её радиусов. Поиск комет осуществляется с помощью широкоугольного спектрометрического коронографа LASCO – с двух телескопов C2 и C3 [3].

Ознакомившись с методами наблюдения комет с древности до наших дней [1,2]; изучив методы обнаружения и регистрации комет на коронографе SOHO [4]; проводя ежедневное наблюдение околосолнечного пространства по фотографиям с LASCO C2 и LASCO C3, мы смогли обнаружить три околосолнечные кометы семейства Крейца.

Систематизировав и обработав фотографии в графическом редакторе Paint и в программе Adobe Photoshop CS 6, мы определили координаты обнаруженных комет, проанализировали движение комет и оценили расстояния, на которых они разрушились.

Мы выяснили, что ближе всего к Солнцу удалось подлететь первой, самой яркой комете - около 2,7 радиусов Солнца. Вторая полностью разрушилась на расстоянии около 6,2 радиуса Солнца, а третья на расстоянии 7,8 радиусов Солнца.

Оценить перемещения и скорости комет мы смогли по фотографиям, используя найденные координаты кометы в зафиксированные нами моменты времени. Произвели сравнение скоростей первой кометы со скоростями второй и третьей комет. Самой быстрой оказалась третья комета (160,27 км/с), самой медленной – первая на LASCO C3 (114,30 км/с).

Мы обнаружили, что траектории комет при приближении к Солнцу отклоняются от прямолинейности, и высказали предположение о причине, исходя из анализа процессов фрагментации комет.

Из наблюдений за динамикой изменения яркости и процессом разрушения первой кометы и сравнения с поведением второй и третьей, мы сделали предположение о размерах и возможном составе ядер комет.

Для любителей астрономии мы разработали памятку «Как открыть свою комету SOHO?»

### Источники информации:

- 1) Б.Ю. Левин, А.Н. Симоненко. Комета Галлея. – М.; «Знание», 1984, с 9.
- 2) Д.О.Святский. Астрономия древней Руси // [Ссылка](#)
- 3) Кометы, «царапающие Солнце» [Ссылка](#)
- 4) Открой свою комету [Ссылка](#)



## Мобильный воздушный комплекс наблюдения для повышения эффективности деятельности МЧС России

Автор:

ГАРЕЛИН Николай Иванович, МБОУ Лицей № 12, Россия, г. Химки

Научный руководитель:

ТЕРЕХОВА Галина Анатольевна, учитель физики, МБОУ Лицей № 12, Россия, г. Химки

**Цель работы:** повышение эффективности МЧС России за счет разработки мобильного воздушного комплекса наблюдения, обеспечивающего поиск потерявшихся в лесном массиве людей и мониторинг лесных пожаров.

### Задачи работы:

- 1) Выявить преимущества и недостатки современных способов поиска людей, заблудившиеся в лесном массиве в осенне-летний период.
- 2) Выявить преимущества и недостатки современных способов мониторинга лесных пожаров.
- 3) Предложить новое решение этих проблем: мобильный воздушный комплекс наблюдения.
- 4) Обосновать основные тактико-технические характеристики предложенного комплекса.

**Научная новизна:** для решения двух актуальных проблем МЧС предложено использовать мобильный воздушный комплекс на базе привязного аэростата. Обосновано оснащение воздушного комплекса и его основные тактико-технические характеристики. Осуществлен подбор конкретных экземпляров такого оснащения: лазер, звуковой громкоговоритель, проблесковый маячок, базовая станция, для осуществления сотовой связи с потерявшимися вне зоны покрытия, гибкая солнечная батарея.

**Практическая значимость:** предложено комплексное решение двух актуальных проблем МЧС России: поиск потерявшихся в лесном массиве людей и мониторинг лесных пожаров.

**Описание работы:** показано, что методы поиска заблудившихся в лесном массиве людей необходимо совершенствовать. В Подмосковье теряется около 1000 чел./год, из которых находят не более 70%. На спасение человека в Подмосковье есть максимально трое суток, но иногда люди погибают в течение первых суток. Показано, что современные способы мониторинга лесных пожаров характеризуются невысокой эффективностью. Глобальной проблемой современности является прогрессирующая во всем мире статистика лесных пожаров.

В работе выявлены преимущества и недостатки современных способов поиска людей в лесном массиве и мониторинга лесных пожаров, сформулированы полезные факторы, которые можно положить в основу обоснования тактико-технических характеристик предлагаемого устройства.

Оценка показывает, что для обеспечения дальности видимости более 45 км высота подъема должна составлять порядка 100 м. Масса поднимаемого груза (с учетом, что используется две солнечных батареи и масса оболочки равна 2 кг, без учета массы кабелей для электропитания) составит 31 кг. Расчет показал, что требуемый объем воздушного комплекса составит порядка 28 м<sup>3</sup>, диаметр для сферической формы 4 м.

Подобран метеозонд – огромный воздушный шар из натурального латекса, который используется для зондирования верхних слоёв атмосферы в метеорологических целях радиусом 4,1 м.

Воздушный комплекс в связи с турбулентностью в атмосфере и ветровыми потоками разных направлений необходимо закрепить с помощью трёх тросов. Один из них – управляемый, крепят к лебёдке, которая находится на вездеходе. Платформа перевозится с помощью автомобиля высокой проходимости. Внутри автомобиля перевозят и баллоны с гелием для заправки воздушного комплекса.

Практически вся подобранная аппаратура работает от собственных аккумуляторов, для их подзарядки выгодно использовать солнечные батареи. Стоит отметить, что солнечные батареи предлагаем



устанавливать на сетке, в которую будет помещена оболочка воздушного комплекса. Тем не менее предусмотрено питание аппаратуры с земли с помощью медного кабеля.

В дальнейшем планируется рассчитать мощностные параметры предлагаемого комплекса и подобрать оптимальное количество солнечных батарей и способ питания аппаратуры.

**Итоги исследования:** на основе анализа известных способов поиска людей, потерявшихся в лесном массиве, и мониторинга лесных пожаров предложено для повышения эффективности деятельности МЧС России по этим видам деятельности использовать мобильный воздушный комплекс наблюдения на основе привязного аэростата в виде шара, который смонтирован на автомобиле высокой проходимости.

Комплекс, поднятый на высоту 50 – 100 м, подаёт звуковые сигналы, имеет проблесковый маяк, лазерный указатель и бортовой усилитель сигнала сотовой связи (репитер).

#### **Источники информации:**

- 1) *А. Майоров*. Опасный грибной сезон: как ищут заблудившихся в лесу // НТВ в Яндекс. Дзен. 07.2019.
- 2) Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» (от 01.01.2001г. №68-ФЗ).
- 3) МЧС: За 2017 год в подмосковных лесах потерялось около 1 тысячи человек // ВЕРСИЯ - ИНФО. 10.2017.
- 4) *Елков И.К.* Им сверху видно все // Российская газета – Неделя. 2019, № 143(7901).
- 5) Лесные пожары в России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#).
- 6) Лесной дозор. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#).

## Количественный анализ полной массы гелия-3 лунной коры. Оценка рентабельности его добычи на Луне человеком

Автор:

ЕЛОХИН Илья Владимирович, МБОУ лицей Технический,  
г.Самара, 9 класс

Научный руководитель:

ФИЛИППОВ Юрий Петрович, к.ф.-м.н., доцент кафедры  
ОТФ Самарского университета

**Актуальность работы.** Одной из главных проблем человечества в XXI веке является высокий темп роста населения Земли. Интенсивный рост населения Земли неразрывно связан с увеличением производства товаров народного потребления и масштабов сельского хозяйства. Последнее в свою очередь неминуемо связано с резким увеличением энергопотребления. Очевидно, человечеству необходим мощный источник энергии. Ситуация будет усугубляться ограниченностью и истощаемостью основных природных видов топлива: нефти, природного газа и каменного угля.

Именно скорая истощаемость основных энергетических ресурсов подталкивает ученых к поиску новых, альтернативных источников энергии. Причем они должны быть экологически чистыми. Еще в XX столетии [2] выдвинута идея использования изотопа гелия ( ${}^3\text{He}$ ) для выработки термоядерной энергии в реакции взаимодействия с дейтерием. Главным преимуществом данной реакции – выход большого количества энергии и ее экологически чистый синтез. Земные запасы  ${}^3\text{He}$  скудны и ограничены. Для термоядерной энергетики будущего этих запасов недостаточно. Исследования поверхности Луны, указали на большие запасы  ${}^3\text{He}$  в лунном реголите. В XXI столетии появится принципиальная возможность переработки термоядерного топлива [2], что подталкивает к более детальному анализу общих запасов  ${}^3\text{He}$  в лунной коре и их распределению здесь. В связи со сказанным **главной целью настоящей работы** является количественный анализ полной массы гелия-3 лунной коры. Оценка рентабельности его добычи на луне человеком.

Основными задачами работы являются следующие положения:

- 1) Расчет полного потока массы  ${}^3\text{He}$  от Солнца, падающего на Луну.
- 2) Оценка величины коэффициента поглощения ядер  ${}^3\text{He}$  лунным грунтом.
- 3) Построение функции распределения залежей  ${}^3\text{He}$  в лунной коре, в зависимости от селеноцентрической широты.
- 4) Расчет полной массы  ${}^3\text{He}$  в лунной коре.
- 5) Сравнительный анализ себестоимостей добычи основных видов топлива на Земле и  ${}^3\text{He}$  на Луне. Обоснование рентабельности добычи  ${}^3\text{He}$  на Луне.

### Основные результаты работы:

В работе выполнен расчет полного потока массы  ${}^3\text{He}$  от Солнца, падающего на Луну, как за одну секунду, так и за один год. Здесь же вычислены поток массы и поток частиц  ${}^3\text{He}$  за один год ( $7.828 \cdot 10^{-5}$  кг/с,  $4.933 \cdot 10^{29}$  ядер/год соответственно), а также полная масса и полное количество частиц  ${}^3\text{He}$ , упавших на поверхность Луны за все время ее существования ( $1.112 \cdot 10^{13}$  кг,  $2.200 \cdot 10^{39}$  ядер соответственно).

$n_0/n_0$	$\eta$	$F_{\text{tot}}, \text{с}^{-1}$	$\mu_{\text{tot}}, \text{кг/с}$	$N_{\text{лп}}$	$N_{\text{tot}}$	$m_{\text{лп}}, \text{кг}$	$m_{\text{tot}}, \text{кг}$
1/23	$4 \cdot 10^{-4}$	$1.563 \cdot 10^{24}$	$7.828 \cdot 10^{-5}$	$4.933 \cdot 10^{29}$	$2.200 \cdot 10^{39}$	$2.470 \cdot 10^6$	$1.112 \cdot 10^{13}$

Таблица 1. Основные численные результаты для настоящей задачи

С использованием свойств солнечного ветра и модели однородной, изотропной среды выполнена оценка величины коэффициента поглощения ядер  ${}^3\text{He}$  лунным грунтом. В частности, с использованием теоремы об изменении кинетической энергии была получена зависимость скорости ядер  ${}^3\text{He}$  от пройденного пути в среде. С использованием факта о перемешивании поверхностного слоя лунного реголита и его термодинамической эмиссии данных частиц, выполнена оценка толщины реголита, из которого ядра  ${}^3\text{He}$  полностью испаряются. С использованием функции распределения Максвелла и компьютерной программы автору работу удалось вычислить искомый коэффициент и исследовать его зависимость от угла падения.

Решена задача о распределении залежей  ${}^3\text{He}$  в лунной коре в зависимости от селеноцентрической широты. Продемонстрировано, что наибольшие запасы  ${}^3\text{He}$  сосредоточены в диапазоне значений ( $30^\circ, +30^\circ$ ) селеноцентрической широты. Здесь искомая величина превышает значение 108 кг/град. В интервалах ( $60^\circ, 30^\circ$ ) ( $+30^\circ, +60^\circ$ ) искомая величина быстро падает с увеличением широты от 107 кг/град до 1 кг/град. На больших широтах искомая величина становится ничтожно малой. Следовательно, имеет смысл располагать станции по добыче  ${}^3\text{He}$  лишь на широтах ( $-60^\circ, +60^\circ$ ). Выполнен расчет полной массы  ${}^3\text{He}$  в лунной коре. Искомая величина составляет  $3.126 \cdot 10^6$  тонн. Новое значение близко к значению ( $2.5 \cdot 10^6$  тонн), полученному в работе [16], что еще раз доказывает работоспособность предложенного алгоритма в настоящей работе. В работе выполнен сравнительный анализ себестоимостей добычи основных видов топлива на Земле и  ${}^3\text{He}$  на Луне и обоснование рентабельности добычи  ${}^3\text{He}$  на Луне. Показано, что при себестоимости в один миллиард долларов США добычи одной тонны  ${}^3\text{He}$  на Луне, за один американский доллар при идеальной выработке энергии можно получить количество энергии в реакции горения  ${}^3\text{He}$ , превышающей более чем в два раза соответствующее значение, вырабатываемое при горении нефти. С учетом того, что нефть и газ закончатся в начале второй половины XXI века, а каменный уголь наносит серьезное загрязнение окружающей среде, остается (от безысходности) наиболее выгодным видом топлива  ${}^3\text{He}$ . В силу значительного различия приведенных цифр, очевидно, что будущее глобальной энергетики человечества неразрывно связано с  ${}^3\text{He}$ .

### Дополнительные материалы:

Категория прогноза запасов	Площадь на видимой стороне, км <sup>2</sup>	Площадь на всей поверхности, км <sup>2</sup>	Содержание ${}^3\text{He}$ , мг/т	Мощность роголита, м
I	474838	487110	17,4	4,4
II	1500940	1518590	8,0	4,9
III	1550700	1586310	5,7	8,1
IV	15489700	34340310	3,1	10,1
Категория прогноза запасов	Прогноз. запасы ${}^3\text{He}$ на видим. стороне, тонна	Прогноз. запасы ${}^3\text{He}$ на всей поверхности, тонна	Плотность роголита, кг/м <sup>3</sup>	Прогноз. запасы ${}^3\text{He}$ , %
I	65050	74590	1900	3
II	109510	110860	1900	4
III	143190	146480	2000	6
IV	969970	2150390	2000	87
Сумма	1287720	2482260	-	100

Таблица 2. Распределение запасов  ${}^3\text{He}$  в лунной коре и их основные свойства

Параметр	Среднее значение	Солнечный ветер	
		медленный	быстрый
концентрация, см <sup>-3</sup>	8,8	11,9	3,9
скорость, км/с	468	327	702
плотность потока частиц, м <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	$3,8 \cdot 10^8$	$3,9 \cdot 10^8$	$2,7 \cdot 10^8$
температура протонов, К	$7 \cdot 10^4$	$3,4 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^4$
температура электронов, К	$1,4 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$
магнитная индукция, нТл	5,2	-	-
Плотность кин. энергии рад. движения, Дж/м <sup>3</sup>	$1,0 \cdot 10^{-9}$	-	-
Плотность тепл. энергии протонов, Дж/м <sup>3</sup>	$1,2 \cdot 10^{-11}$	-	-

Таблица 3. Основные параметры солнечного ветра

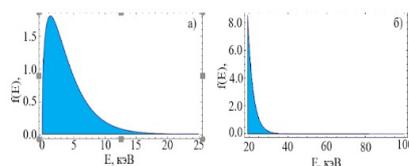


Рисунок 1. Зависимость функции Максвелла распределения ядер  ${}^3\text{He}$  по кинетической энергии их поступательного движения в солнечном ветре при фиксированной температуре

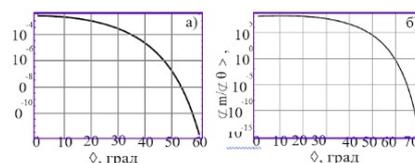


Рисунок 2. Зависимость угла падения: а) коэффициента поглощения ядер  ${}^3\text{He}$ , б) массы запасенного  ${}^3\text{He}$ , приходящейся на один градус селеноцентрической широты

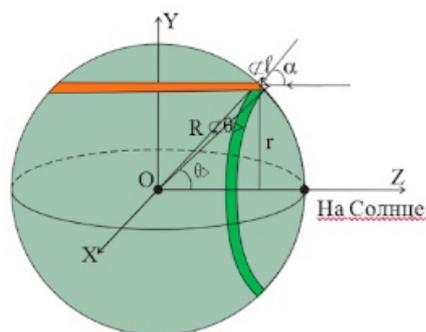


Рисунок 3. К определению площади узкого кольца

#### Источники информации:

- 1) Юфеев С. Сокровище Луны – гелий-3. – topwar.ru. – [Ссылка](#)
- 2) Трунин Д. Немецкий термоядерный стелларатор довел время удержания плазмы до 160 миллисекунд. – nplus1.ru. – [Ссылка](#).
- 3) Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. Элементарное введение в планетную и спутниковую геофизику – М.: "Наука и образование". – 2013. – 414 с.
- 4) Abdrakhimov A. M., Galimov E.M., Slyuta E. N. THE ESTIMATION OF HELIUM-3 PROBABLE RESERVES IN LUNAR REGOLITH. – Proceedings of 38th Lunar and Planetary Science Conference. – 2007. – 1338. – p. 2175.

## Физика бумажного самолётика

Автор:

ЁЛЧЕВ Алексей Дмитриевич, Ученик Университетских классов при УлГПУ имени И.Н. Ульянова

Научный руководитель:

ШИШКАРЁВ Виктор Вячеславович, Заведующий кафедрой физики и технических дисциплин

Идет жесткая борьба между производителями ракет носителей за заказы по доставке грузов в космос. В связи с этим важную роль играет стоимость запусков спутников на орбиту. Стоимость первой ступени ракеты-носителя составляет примерно 70% стоимости запуска спутника на орбиту и, поэтому очень важна задача многократного использования первой ступени, в связи с чем, возникает задача мягкого возвращения первой ступени на землю и возможности ее многократного использования. В этих условиях очень важным и актуальным становится изучение планирования с определенной высоты самолета с целью достижения заданной точки посадки. Изучение процесс планирования бумажного самолётика поможет понять и сформулировать основные, фундаментальные требования к планированию первой ступени ракеты-носителя. Понятно, что такой процесс является приблизительной и очень упрощенной копией планирования ступени ракеты, но он практически и не требует никаких материальных затрат.

**Цель работы:** Изучение скорости и дальности планирования в зависимости от конструкции самолёта.

### Задачи:

- 1) Изучить основные законы физики, влияющие на полёт самолётика
- 2) Выявление конструкции самолёта, достигающего максимальной дальности
- 3) Выявление конструкции самолёта, планирующего с наименьшей скоростью
- 4) Изучение дальности планирования в зависимости от массы

Для решения поставленных задач было отобрано 11 моделей самолётиков, дабы выявить какой из них дальше всех летает, а какой летает с наименьшей скоростью. Задействованные модели: Glider, Glider#2, Canard, The Delta, The Shuttle, Gomez, Locked, The Hawkeye, The Needle, Little Nicky, Boeing.

Дальность полета самолётика зависит от начальной силы запуска, поэтому при исследовании зависимости дальности полета от аэродинамических свойств и массы самолётика очень важно при проведении эксперимента обеспечить постоянную силу запуска. Для этой цели была сконструирована специальная катапульта. В основу действия катапульти был положен принцип запуска самолетов с авианосца.

Были проведены по 10 пусков каждой модели в ходе чего была получена таблица средних значений дальности полётов и средних значений скоростей самолётов. В ходе работы планируется выявить три модели самолётов, по трём категориям:

- 1) Самолёт летающий с меньшей скоростью, для посадки с наименьшими повреждениями.
- 2) Самолёт летающий дальше всех, для того чтобы знать на какое расстояние планер может пролететь без использования топлива.
- 3) Самый «средний» самолёт, самолёт, чьи значения дальности и скорости будут максимально приближены к средним значениям.

Расчёт зависимости массы от дальности полёта будет реализовано таким способом: чтобы изменить массу самолётика просто сделаем его из разных материалов. Я сделал 3 самолётика из 3 разных материалов: первый из обычной бумаги, второй из ватмана, а третий из газеты.

### Выводы:

- 1) Эксперименты показали, что дальность полета примерно в 4-5 раз превышает высоту запуска.
- 2) Дальность полета зависит от массы и также общим требованием к проектированию ступени является требование снижения ее массы.



- 3) Дальность полета, конечно же, в первую очередь зависит от аэродинамических свойств планера: размеров и формы крыла, места расположения крыла, центра тяжести планера, формы хвоста и т.п., но использование таких конструкций при посадке первой ступени ограничено, потому что их не всегда возможно реализовать конструктивно.
- 4) Как показали эксперименты самолёттики, которые обеспечивают минимальную скорость, для того чтобы при посадке избежать повреждений, также обеспечивают наименьшую дальность полёта.

## Анализ игрового пространства компьютерного симулятора kerbal space program

<b>Авторы:</b>	<b>БОЯРОВ Алексей Алексеевич, ЗНОСОК Радомир Дмитриевич</b> , Лицей межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет»
<b>Научный руководитель:</b>	<b>СУГАКЕВИЧ Александр Георгиевич</b> , Лицей межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет»
<b>Научный руководитель:</b>	<b>ГУСЕВ Сергей Викторович</b> , Лицей межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет»
<b>Научный руководитель:</b>	<b>ПЛЕТНЁВ Александр Эдуардович</b> , Лицей межгосударственного образовательного учреждения высшего образования «Белорусско-Российский университет»

Некоторое время назад, мы увлеклись компьютерной игрой Kerbal Space Program (KSP). Это космический симулятор, события в котором происходят в вымышленной звёздной системе, схожей с Солнечной системой. Значительная часть игрового времени пользователя отводится на конструирование и управление летательными аппаратами, предназначенными для орбитальных и межпланетных исследовательских миссий. Космический симулятор показался нам весьма реалистичным. В этой связи, мы решили выяснить, насколько реалистично создано игровое пространство KSP, т.е. планетарная система звезды Kerbal. В какой степени при осуществлении космических полётов в данном симуляторе учитываются законы небесной механики и аэродинамики? В какой степени при разработке исследовательских миссий симулятора KSP использовался опыт реальных космических экспедиций?

**Объект исследования:** космический симулятор Kerbal Space Program.

**Предмет исследования:** реалистичность игрового пространства и космических миссий KSP.

**Цель исследования:** оценить реалистичность игрового пространства и космических миссий в компьютерном симуляторе KSP с точки зрения учёта законов небесной механики, опыта, накопленного учёными при осуществлении реальных космических миссий.

**Задачи исследования:**

- изучить справочную информацию о компьютерном симуляторе KSP;
- изучить литературу по небесной механике и истории космических исследований;
- провести расчеты физических характеристик звезды Кербал и её планетарной системы;
- изучить список миссий, доступных для осуществления в космическом симуляторе KSP и сопоставить их с реальными исследовательскими космическими миссиями;
- исследовать достоверность траекторий космических полётов;
- сделать выводы о реалистичности игровых сценариев симулятора KSP.

В работе использованы такие научные методы как анализ специализированной литературы, проектирование и моделирование, сопоставление полученных результатов.

Работа состоит из введения, двух глав и заключения. В первой главе дан общий обзор и оценена реалистичность игрового пространства компьютерного симулятора KSP. Во второй главе проведен анализ миссий, доступных для осуществления в KSP, также проведено сопоставление этих миссий с реальными исследовательскими космическими миссиями, проанализированы используемые в KSP траектории космических полётов.

## Выводы

Согласно плану исследования мы изучили литературу по теме исследования, справочную информацию о компьютерном симуляторе Kerbal Space Program и, в частности, список миссий, доступных для осуществления в космическом симуляторе KSP, провели сопоставление этих миссий с реальными космическими программами, которые уже реализованы, либо планируются к осуществлению в будущем.

Далее, мы провели расчеты физических характеристик звезды Кербал и её планетарной системы, исследовали достоверность траекторий космических полётов в игровом пространстве KSP.

Анализируя результаты нашего исследования, мы пришли к выводу, что движение планет и спутников планет в игровом пространстве KSP хорошо согласуется с законами небесной механики (в рамках задачи двух тел). В тоже время, стремление разработчиков существенно уменьшить размеры игрового пространства, привело к тому, что разработчики вынуждены были значительно уменьшить и размеры всех небесных тел, присутствующих в симуляторе. В результате, нами были выявлены несоответствия между массой центрального тела игрового пространства — звезды Кербол с одной стороны и её светимостью и температурой с другой стороны. Также мы выявили, что плотности планет системы Кербола многократно превосходят те значения, что можно было ожидать для планет земной группы и планет-гигантов.

Расчёты космического перелёта с Кербина на его спутник— Муну, проведённые нами в рамках допущения, что космический аппарат движется только под действием силы тяжести Кербина вплоть до попадания в сферу гравитационного действия Муны, а затем, его движение происходит только под действием силы тяжести Муны, хорошо согласуются с результатами, полученными «экспериментально».

В ходе дальнейших исследований нам предстоит проанализировать конструктивные особенности космических кораблей, которые могут быть созданы пользователями при подготовке своих миссий.

Важно отметить, что данное исследование позволило нам лучше разобраться в законах небесной механики и астрофизики.

## Исследование структуры и механических свойств деталей, полученных методом селективного лазерного сплавления

Автор:

ИРБАХТИН Илья Алексеевич, 8 класс ГБОУ СОШ имени Героя Советского союза В.Г. Колесникова с.Новодевичье м/р Шигонский Самарская область

Научный руководитель:

КОПЫТИНА Елена Алексеевна, учитель физики ГБОУ СОШ имени Героя Советского союза В.Г. Колесникова с.Новодевичье м/р Шигонский Самарская область

Тема очень актуальна в современных условиях, ведь космические и авиационные технологии, новые материалы, производственные технологии, энергосберегающие технологии это приоритетные направления развития науки, технологий и техники в России и в Самарской области.

**Цель** проекта: исследовать и выявить наилучшие структуры и механические свойства деталей, полученных методом селективного лазерного сплавления образцов, полученных из порошка твердого сплава ВТ6.

**Задачи**, решаемые в ходе работы:

- 1) Провести анализ литературных данных по технологии селективного лазерного сплавления, выделить особенности технологии.
- 2) Провести анализ оборудования и материалов, применяемых для технологии лазерного сплавления.
- 3) Рассмотреть и исследовать структуру пористости материалов, полученных лазерным селективным спеканием.
- 4) Исследовать твердость материалов, полученных лазерным селективным спеканием.

**Тезисы:** В основу работы легли исследования, проведённые в лаборатории аддитивных технологий Самарского Аэрокосмического университета им.С.П.Королёва. Были отобраны и подготовлены пробы - четыре образца (шлифы), которые были вырезаны из различных мест деталей, последовательно один за другим в этом направлении. Была произведена заливка, которая является способом крепления образца в форме. Процесс заливки образца включает следующие операции: подготовку формы, приготовление смолы, заливку, твердение, изъятие из формы и последующую обработку. В качестве формы мы использовали отрезки трубы. После затвердевания смолы образец вынимают из формы.

Затем следовал процесс абразивной обработки образцов абразивным методом, шлифовка образцов производилась в 3 перехода, постепенно уменьшая крупность этих частиц последний из которых полирование. Шлифование осуществлялось на станке Metkon GRIP0 1V. При первом переходе применялась шкурка № 12. Мы использовали мокрое шлифование.

Для второго перехода мы использовали шлифовальные диски MD-System. После обработки получается абсолютно ровная поверхность.

На третьем завершающем переходе использовались полировальные диски MD-Cloth. В процессе обработки на поверхность сукна добавлялся абразив DiaDuo-2.

Поверхности отполированных образцов были промыты, обезжирены и высушены.

Далее чтобы выявить микроструктуру, мы использовали метод химического травления растворами.

После травления шлифы были промыты струей проточной воды. После промывки водой образцы были промыты в спирте.

Исследование структуры металлов с помощью электронного микроскопа, позволило более подробно изучить структуру используемых при выращивании на установке SLM материалов.

Измеряли твердость образцов твердомером HR-150A стационарный по Роквеллу, пирамидкой.



**В результате можно сделать вывод:**

Исследование морфологии поверхности частиц порошка сплава ВТ6 позволили установить, что частицы порошка имеют правильную сферическую форму с малым количеством дефектных частиц. Исследование гранулометрического состава порошка позволило установить соответствие размеров частиц техническим требованиям на порошок, применяемый для СЛС технологии.

Результаты металлографических исследований свидетельствуют о том, что структура материалов, полученных по технологии селективного лазерного сплавления из порошка марки ВТ6 не однородна.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что с увеличением мощности лазерного излучения сплавляемость порошка улучшается.

**Предполагаемый результат:** исследования будут использованы при разработки технологических процессов изготовления деталей конструкций современных авиационных и ракетно-космических систем из отечественных материалов технологией селективного лазерного сплавления.

**Перспективная цель моей работы:** планирую продолжать работу по данной тематике, т.к. мечтаю поступить в СГАУ после окончания школы.

## Многофункциональная винтомоторная система беспилотного контактного зондирования озонового слоя Земли

Автор:

КАСИЛОВА В.А., Россия, Московская область, г. Солнечногорск, Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №5 с УИОП, 11 класс.

Научный руководитель:

ГРУДИНИНА Виктория Витальевна, к.пед.н., учитель физики и информатики МБОУ СОШ № 5, г. Солнечногорск.

В настоящем проекте систематизированы предшествующие авторские разработки 2018-2019, 2019-2020 годов беспилотного стратостата, способного по определённым параметрам терять и набирать подъёмную силу, маневрировать между заданными высотами, обеспечивая себя несущим газом и энергией. К имеющемуся предложена концепция размещения капсулы метеозонда в корпусе беспилотного летательного аппарата мини-класса. Обоснована целесообразность сцепки высокотехнологичной подвесной части стратостата и несущего воздушного шара посредством электромагнитного стыковочного узла. Сформулирована и описана система спасения груза в случае аварийной ситуации.

**Цель работы:** модернизировать авторскую конструкцию стратостата под многофункциональный винтомоторный беспилотный аппарат с внешним источником движения в разреженных слоях атмосферы, разработать способ целенаправленной контролируемой посадки метеозонда, написать программное обеспечение дополнительному техническому устройству для поиска и спасения метеозонда в случае аварийной ситуации.

**Необходимо решить следующие задачи:** изучить конструктивные особенности беспилотного летательного аппарата (БЛА); выявить технические преимущества электромагнитного замка; проанализировать доступные «цифровые» решения контролируемой посадки БЛА; разработать программное обеспечение розыска и спасения метеозонда.

**Значимость:** актуальность исследований озонового слоя обусловлена его определяющим влиянием на уровень УФ радиации вблизи поверхности Земли. В настоящее время мониторинг ОЗ основан преимущественно на дистанционных методах спектрального анализа солнечного света и средствах микроволновой радиометрии, чего недостаточно для объективной оценки.

**Новизна устройства** обусловлена тем, что предложенная комбинация традиционных решений и передовых цифровых технологий дает возможность контактным способом в реальном времени отслеживать состояние озонового слоя Земли, где плотность среды недостаточна для автономной работы винтомоторной техники, но использование таковой позволяет осуществить целенаправленную посадку электронной «начинки».

**Методы исследования:** изучены актуальные материалы по теме, проведены эксперименты.

На основании проведенной исследовательской работы сделаны следующие **выводы:**

- 1) изучены конструктивные особенности современных беспилотных летательных аппаратов;
- 2) обоснован способ генерации, аккумуляции, передачи и практического применения водород в условиях стратосферы;
- 3) проведены эксперименты, приняты соответствующие решения;
- 4) собрана модель системы питания бортовой аппаратуры;
- 5) усовершенствована конструкция стратостата путем размещения капсулы метеозонда в корпусе винтомоторного Малого Беспилотного Летательного Аппарата (МБЛА)
- 6) описан способ мониторинга разреженных слоев озонового слоя посредством МБЛА;
- 7) показано преимущество сцепки двух элементов конструкции стратостата с помощью электромагнитного стыковочного узла;
- 8) выявлены положительные и отрицательные моменты автономного спуска и посадки МБЛА;



- 9) разработаны технические решения автоматического поиска, спасения и доставки метеозонда в случае аварийной ситуации;
- 10) разработано Программное Обеспечение дополнительного микроконтроллера для внедрения коптеру функции спасения полезного груза

#### Источники информации:

- 1) Межгосударственный стандарт. Атмосфера стандартная. Параметры. ГОСТ 4401-81;3.
- 2) Кобрин В.Н., Нечипорук Н.В., Кобрин Н.В. «Беспилотные авиационные комплексы для решения экологических задач», научная статья, Харьковский авиационный институт, 2014
- 3) Злотников К.А., Верба В.С., Татарский Б.Г., Прищеп Ю.В., Слесарев А.Ю. и др. «Комплексы с беспилотными летательными аппаратами» В 2-х кн. М.: Радиотехника, 2016,
- 4) Моисеев В.С., Гущина Д.С., Моисеев Г.В. «Основы теории создания и применения информационных авиационных комплексов», Казань: Изд-во МОиН РТ, 2010. (Серия «Современная прикладная математика и информатика»).
- 5) М.Н. Красильщиков «Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов» М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009г.

#### Приложение:

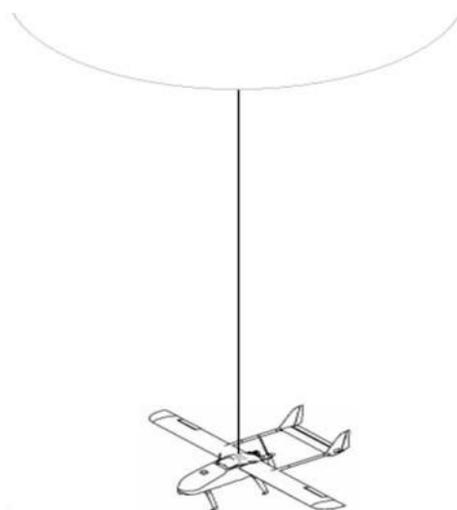


Рис. 1.

#### Операция стыковки.

Электромагнитный замок  
с ответной частью



Рис. 2.

Операция стыковки.

Замок электромагнитной блокировки  
соленоидного типа

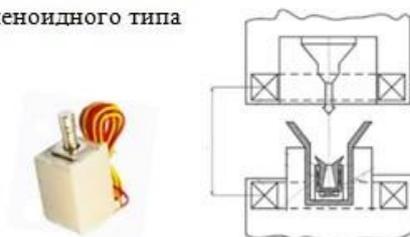


Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.

## Моделирование спектроскопа

<b>Автор:</b>	КОЛЕСНИК Лидия Александровна, МБОУ Технический лицей при СГУГиТ г. Новосибирск, Новосибирской области, 11 класс
<b>Научный руководитель:</b>	НИКИФОРОВ Андрей Юрьевич, педагог МАУ ДО ДЮЦ «Планетарий», г. Новосибирск, Новосибирской области
<b>Научный консультант:</b>	СМОЛЯНКИНА Ольга Юрьевна, кандидат физико-математических наук, педагог дополнительного образования, БОУ ДО г. Омска "Городской дворец детского (юношеского) творчества

**Цель работы:** Создать несложный и доступный универсальный прибор, подходящий для наблюдения спектра через телескоп и визуально. Сфотографировать спектр Солнца и Луны. Проанализировать спектры Луны и Солнца, сравнить их с уже имеющимися лабораторными данными для подтверждения работоспособности прибора. Вычислить его основные спектральные характеристики.

### Задачи:

- 1) Сделать модель спектроскопа, опираясь на теорию и опыт.
- 2) Сделать фотографии спектра ламп, чтобы проверить работу прибора.
- 3) Сделать фотографию спектра Солнца и Луны.
- 4) Проанализировать спектры Луны и Солнца, сравнив их с лабораторными.
- 5) Вычислить основные спектральные характеристики.
- 6) Сделать вывод о работе прибора и о его функциональности.

**Описание работы.** На основе теории и опытов я сделала свой прибор (рис. 1, 2, 3, 4) и сфотографировала спектр: лампы накаливания(рис.5), Солнца(ри.6,7) и Луны(рис.8).

В первую очередь я сравнила спектр Солнца и Луны с лабораторным спектром Солнца(рис.9), полученным научными спектрографами. В результате сравнения я могу сказать, что линии поглощения в моем спектре Солнца, совпадают по расположению на части спектра, как в лабораторном спектре. Так же, если сравнить линии поглощения в моем спектре Луны и Солнца, можно увидеть, что основные линии поглощения у них соответствуют, значит, я могу подтвердить тот факт, что Луна светит отраженным от Солнца светом.

Для полного подтверждения работоспособности моего прибора, я нашла программу переводящую фотографию спектра в график интенсивности излучения тела. По этому графику вышло, что интенсивность излучения Солнца приходится на 450nm (рис.10), из справочных данных я узнала, что это действительно так (рис.11) .

Я могу найти основные спектральные характеристики моего прибора. К таким характеристикам относятся: Спектральная разрешающая сила, Угловая дисперсия, Линейная дисперсия.

- 1) Спектральная разрешающая сила находится по формуле 1 и в случае моего прибора равна 150 (это безразмерная величина):

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \frac{\frac{(754+749) \times 10^{-9}}{2}}{(754 - 749) \times 10^{-9}} = \frac{751,5}{5} = 150 \quad (1)$$

- 2) Угловая дисперсия находится по следующим формулам 2 и 3:

$$C = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi} \quad (2)$$

$$d \sin \varphi = m\lambda \quad (3)$$

$$\sin \varphi = \frac{m\lambda}{d}$$

$$\cos^2 \varphi = 1 - \sin^2 \varphi = 1 - \left(\frac{m\lambda}{d}\right)^2$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{m\lambda}{d}\right)^2}$$

$$C = \frac{m}{d \cos \varphi} = \frac{m}{d \sqrt{1 - \left(\frac{m\lambda}{d}\right)^2}} = \frac{1}{1,6e - 6 \sqrt{1 - \left(\frac{1 \times 550e-9}{1,6e-6}\right)^2}} = 6,6 \times 10^5 \text{ рад/м}$$

3) Линейная дисперсия находится по формуле 4:

$$C' = f \frac{\Delta\alpha}{\Delta\lambda} = f \frac{m}{d} = 0,017 \times \frac{1}{1,6 \times 10^{-6}} = 10,6 \text{ мм/нм} \quad (4)$$

**Актуальность работы:** Так как в настоящее время стоимость спектральных приборов, в том числе и спектроскопов, достаточно высока и поэтому они не доступны большинству начинающих любителей астрономии и физики, в то время как они нужны для освоения на практике некоторых теоретических понятий и положений, то актуальным является создание несложного и доступного для всех желающих прибора, помогающего решать разнообразные задачи по астрономии и подтверждать научные факты.

**Итоги исследования:** Все поставленные задачи были выполнены. Я сделала универсальный спектроскоп. Проверила его на работоспособность. Сравнила с лабораторным спектром и определила максимум излучения. Вычислила основные спектральные характеристики прибора. Теперь мой прибор можно использовать, для школьных исследований.

#### Источники информации:

- 1) Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии: Учебное пособие/ Под ред. В.В. Иванова. Изд. 7-е, стереотип. – М.: ЛЕНАНД, 2019. –544с.
- 2) Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия: Учебник для 11 класса средней школы. – М.: Просвещение, 1991. – 159с.
- 3) Мякишев Г.Я. Физика. Оптика. Квантовая физика. 11 кл. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений / Г.Я. Мякишев, А.З. Сияков. – 5-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2007. – 462, [2]с. : ил.

Электронный ресурс : <https://spectralworkbench.org/dashboard>

Электронный ресурс : <https://scfh.ru/lecture/zvyezdnyy-svet/>

Электронный ресурс : <https://college.ru>

#### Приложение:



Рис. 1.



Рис. 2.



Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.

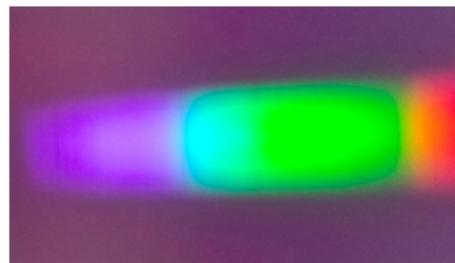


Рис. 6.



Рис. 7.

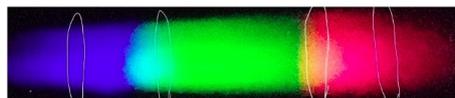


Рис. 8.



Рис. 9.

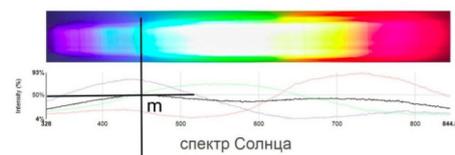
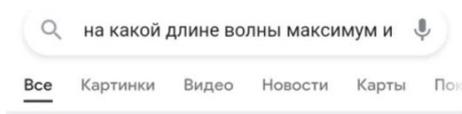


Рис. 10.



## 450 нм

Среди тел **Солнечной** системы свойствами абсолютно чёрного тела в наибольшей степени обладает **Солнце**. **Максимум** энергии **излучения Солнца** приходится примерно на **длину волны 450 нм**, что соответствует температуре наружных слоёв **Солнца** около 6000 К (если рассматривать **Солнце** как абсолютно чёрное тело).

Рис. 11.

## Разработка и тестирование ионного двигателя на эффекте Холла внешнего принципа работы

Автор:

КОРОЛЕВ Константин Вячеславович, ГБОУ МО «Одинцовский «Десятый Лицей»

Научный руководитель:

ЧЕСНОКОВ Александр Михайлович, учитель физики

В моей проектной работе показаны разработка, создание, тестирование ионных двигателей на эффекте Холла. Были поставлены задачи изготовить самый маленький двигатель на эффекте Холла, плату контроллера работы и пуска, протестировать двигатели в самодельной вакуумной камере - подтвердить или опровергнуть гипотезу о возможности термоэлектронной эмиссии, не используя радиочастотный или полый катод, но начиная запуск с гораздо более высокого напряжения нежели напряжение работы, выдвинутую мной в начале проекта

Подробно рассмотрены другие типы электрических двигателей для использования в космосе такие как:

- Магнитоплазодинамические двигатели — это электрическая двигательная установка, которая была предложена и использована для множества миссий, начиная от маневров по поднятию орбиты и много-мега ваттных планетарных экспедиций.
- Импульсные маломощные двигатели, работающие на твердом топливе, таком как ПТФЭ или тефлон, которые используются на кубсатах.
- Двигатели на ионной жидкости, которые достаточно сложны в изготовлении, но все чаще и чаще встречаются на современных наноспутниках.

Во второй части работы описана физика эмиссии электрического поля. Представлена формула Меккера и ее практическое применение для расчета тяги магнитоплазодинамического двигателя. Приведен график закона Пашена для инертных газов по которому производился расчет катода и анода в моем двигателе. Третья часть начинается с термического анализа моего двигателя, выполненного в программе Fusion 360. Далее описывается уже термоэлектронная эмиссия, свойственная двигателям на эффекте Холла. Рассматриваются также и магнитные конфигурации для этого типа двигателей, приложены расчеты конфигурации моих двигателей. Кратко описывается процесс образования плазмы, более подробно технология по которой был создан мой двигатель – двигатель Холла внешнего разряда. В пятой части проекта описываются процессы ионизации на уровне взаимодействия электронов.

Начиная с шестой части начинается практическая часть работы, где сначала я рассказываю о главных компонентах устройства, затем подробно о выборе продуктов соответствующих рассчитанным характеристикам на современном рынке. Начинается самая длинная и интересная часть проекта – разработка печатной платы. Была выбрана плата разработки podemcu и составлена электронная схема на логическом уровне 3.3В с семью мосфет каналами, поддержкой WIFI и других интерфейсов коммуникации. На создание схемы и разводку платы ушло несколько месяцев, это был мой первый опыт создания схемы в электронном виде, затем я привык к программному обеспечению и уже сейчас изготавливаю их гораздо лучше и быстрее. Плата была сделана на заказ на заводе JLPCSB за несколько долларов. Во время поиска и изучения всей теории по практическому дизайну ионных двигателей, я познакомился с Майклом Бретти, который на дому изготавливает плазменные двигатели, используемые на кубсатах на данный момент. Мы обменялись технической информацией и как и ожидалось, я смог помочь ему улучшить конструкцию активного твердотельного топливного элемента одного из его двигателей, Майкл, в свою очередь, помог с теорией и дал пару очень ценных советов которые помогли сэкономить уйму времени.

Программное обеспечение платы это lua скрипт позволяющий с телефона (отправка ASCII кода) управлять любым параметром меандра и включением/выключением любого из пинов микроконтроллера, что делает плату идеальным выбором для тестирования двигателя в вакуумной камере, больше не нужны дорогие вакуумные разъемы (даже по питанию, плата питается от аккумулятора), все делается с телефона, включая прием и обработку сигнала с датчиков, что делает плату очень актуальной для использования.

Я собрал вакуумную камеру из подручных материалов, была присоединена линия впуска аргона и



все было готово к тесту. После запуска платы сразу же появилось вакуумное свечение аргона. До сих пор нельзя точно сказать было ли это просто свечение или термоэлектронная эмиссия, поэтому гипотеза опровергнута. Так или иначе, благодаря этому проекту я получил массу знаний об электрических двигателях и начал разрабатывать другие, более совершенные модели. С уверенностью можно сказать что возможно построить работающую систему по гораздо более низкой цене, чем заводские аналоги, которых у меня не было.

#### Источники информации:

- 1) Национальный орган по дистанционному зондированию и космической науке имени Тарека Нада  
Характеристики двигателей MPD  
Разработка импульсного плазменного двигателя для доклада на конференции по пикоспутникам · Сентябрь 2019 г.
- 2) Разработка малоэрозионного двигателя Холла мощностью 5 кВт.  
Доклад конференции · Октябрь 2017 г.  
Микроэмиттерная матрица для ионно-жидкостного электрораспылительного двигателя Статья в Japanese Journal of Applied Physics · июнь 2017 г.
- 3) *Р. Э. Берджесс, Х. Кремер и Дж. М. Хьюстон.* Скорректированные значения полевых эмиссионных функций Фаулера-Нордхейма  $v(y)$  и  $s(y)$ . *Physical Review*, 90 (4): 515–515, 1953. Моделирование радиальной динамики электронов в двигателе на эффекте Холла  
Документ конференции · Сентябрь 2019  
Конфигурация магнитной системы для двигателя Холла Доклад конференции · Апрель 2014 г.
- 4) Катодные процессы в двигателях MPD *Relatore Проф. Мариано Андренуччи Кандидат Риккардо Альбертони*
- 5) *Solid State Physics* 2-е издание  
Авторы: *Джузеппе Гроссо, Джузеппе Парравичини*  
ISBN в твердом переплете: 9780123850300  
ISBN электронной книги: 9780123850317

## Исследование поведения вращающегося винта вертолета в отсутствие раскручивающего момента

Автор:

КОРОТНЕВ Вячеслав Андреевич, СУНЦ МГУ (Специализированный учебно-научный центр (факультет) школа-интернат имени А.Н. Колмогорова Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова)

Научный руководитель:

СЛАДКОВ Клим Дмитриевич, старший преподаватель СУНЦ МГУ

**Цель:** Определить какие параметры влияют на подъёмную силу винта, определить траекторию движения и координату вершины траектории от различных параметров как начальная частота вращения, длина, ширина и угол атаки винта.

**Задачи:**

- 1) Объяснить качественное возникновение подъёмной силы.
- 2) Определить экспериментальную зависимость подъёмной силы от начальной частоты вращения.
- 3) Получить теорию, описывающую зависимость подъёмной силы от параметров винта.
- 4) Смоделировать вращение винта в программе COMSOL Multiphysics в модели турбулентного потока  $k - \varepsilon$ .
- 5) Сравнить результаты эксперимента и моделирования с теорией.
- 6) Провести исследование зависимости высоты винта от времени.
- 7) Вывести теоретическую зависимость высоты от времени.
- 8) Сравнить эксперимент с теорией.
- 9) Определить какие параметры винта являются оптимальными для наибольшей высоты полёта винта и наибольшего КПД процесса.

**Актуальность:** Возможность поднимать грузы на небольшую высоту с помощью закручивания винта без использования моторов может быть более выгодной и быстрой при доставке небольших посылок. Данная работа может показать, насколько выгоден такой способ и как достичь наибольшей эффективности.

**Итоги исследования:** В результате работы были определены основные зависимости подъёмной силы от длины, ширины, угла атаки винта и начальной частоты вращения, а также оптимальные параметры винта для достижения наибольшей высоты и наибольшего КПД.



## Исследование характеристик аэродинамической трубы, сконструированной из подручных средств

Автор:

КУЗНЕЦОВ Тимофей Андреевич, учащийся 5 «Г» класса, негосударственное общеобразовательное учреждение лицей №36 ОАО «РЖД»

Научный руководитель:

ВОДОРАЦКАЯ Галина Анатольевна, учитель начальных классов

На протяжении всей своей истории человечество стремилось к полету. Были созданы летательные аппараты, которые совершенствовались с ростом технического прогресса.

А возможно ли создать условия для полета в домашних условиях из подручных средств?

**Цель:** исследование зависимости высоты полета в аэродинамической трубе предметов от их веса, от силы ветра и направленности воздушного потока.

**Задачи:**

- 1) Изучение и анализ материала по теме исследования.
- 2) Создание вертикальной аэродинамической трубы из подручных средств.
- 3) Проведение экспериментальной проверки возможностей трубы по подъему.

В теоретической части работы посредством обобщений сведений из разных источников по исследовательскому вопросу представлено: историческая справка изобретения аэродинамической трубы, краткая формулировка закона всемирного тяготения, классификация современных аэродинамических труб, устройство горизонтальной и вертикальной аэродинамической трубы, сравнительные характеристики аэродинамических труб.

В практической части работы представлены: этапы проектирования, конструирования аэродинамической трубы и исследования зависимости высоты полета. В ходе работы над проектом из подручных материалов была собрана вертикальная аэродинамическая труба.



Рисунок 1

**Результаты:** на практике удалось убедиться в том, что высота полета предметов в аэродинамической трубе зависит от их веса, от силы ветра и направленности воздушного потока, а также положения относительно лопастей вентилятора.

**Актуальность и практическая значимость:** изготовленная аэротруба может быть использована для изучения аэродинамики на уроках физики.

**Источники информации:**

- 1) Википедия: сайт. - [Ссылка](#) (дата обращения 21.07.2019). Текст - электронный.
- 2) Как сделать аэродинамическую трубу: сайт. - [Ссылка](#) (дата обращения 25.05.2019). Текст - электронный.
- 3) Проект спортивной вертикальной аэродинамической трубы: сайт. - [Ссылка](#) (дата обращения 21.07.2019). Текст-электронный.
- 4) Малоразмерная аэродинамическая труба: сайт - [Ссылка](#) (дата обращения 12.08.2019). Текст-электронный.

## Износостойкость дорожного полотна в зависимости от погодных условий и сезонных явлений, способы его защиты

Автор:

КУЛАКОВА Софья Андреевна, ученица 7 В класса, ОГА-ОУ Шуховский лицей

Научный руководитель:

ЧИЖОВ Ростислав Валерьевич, педагог дополнительного образования, кандидат технических наук ГБУДО БелОЦД(Ю)ТТ г. Белгород

**Цель** данной исследовательской работы: определить, каким образом на асфальтированной дороге появляются ямы и какими профилактическими методами возможно предотвращение их появления.

**Задачи:**

- 1) Выяснить, что такое асфальт;
- 2) Узнать, о строительстве дорог;
- 3) Установить причины, которые влияют на разрушение дорог;
- 4) Предложить меры защиты дорожного полотна.

**Актуальность** исследовательской работы обусловлена тем, что в 2015 году на «нулевом километре» на Красной площади был дан официальный старт новому проекту Общероссийского народного фронта под названием «Оценим качество дорог».

«Асфальт - это черная смолистая масса, употребляемая для заливки покрытия дорог, улиц, тротуаров» [1]. На сайте «Википедия» говорится, что термин асфальт возник от греческого слова, переводящегося, как «горная смола» [2].

Используемый в асфальтовых смесях для дорожного покрытия битум придает упругость дорожному полотну, а его способность растекаться позволяет равномерно распределиться готовой смеси, покрывая неровности дороги. Таким образом, искусственный асфальт – это подходящий идеальным образом материал для покрытия дорог [3].

Для высоко загруженных трасс используют высокопрочный асфальт, который наполняют крупным щебнем. А вот для асфальта, который используется для пешеходных дорожек, почти нет щебня. Готовый асфальт доставляется на место проведения дорожных работ. При этом необходимо подчеркнуть, что асфальт не должен остыть, иначе его уже невозможно будет положить ровным слоем и уплотнить.

Из-за перепадов температур асфальт трескается, а любая яма начинается с небольшой трещинки. Вода, попадая в трещину, замерзает и с огромной силой давит на дорожное покрытие, разрушая его. При этом необходимо подчеркнуть, что дожди, талая вода, попадая в трещины, размывают подушку, на которой лежит асфальт. От этого образуются пустоты, дорожному покрытию не на что опереться, и оно проваливается под весом автомобилей.

Помимо климата дороги разрушаются из-за машин, особенно грузовых. Вес такого транспорта может достигать до 30 тонн. Дорожное покрытие не может выдержать нагрузки и начинает трескаться. По этой причине грузовому автотранспорту запрещен въезд в город, так как дороги в городах не рассчитаны на большие нагрузки [4].

На первоначальном этапе по предотвращению образования ям и трещин на дороге возможно использование водоотталкивающих покрытий и обработка дорог гидрофобными жидкостями. При проведении исследований в рамках данной работы было изучено влияние водоотталкивающих покрытий на примере хозяйственного лака, используемого для защиты покрытий от внешнего негативного воздействия.

В ходе экспериментов выяснилось, что бензин является одним из самых сильных растворителей дорожного полотна, растворяя битумную составляющую, разрушая дорогу до составляющих компонентов, причем процесс разрушения начинается практически мгновенно и продолжается от 10-30

минут в зависимости от вида дорожного полотна. После покрытия лаком влияние бензина заметно снизилось и практически не оказывало разрушающего воздействия.

Моторное масло так же являлось хорошим растворителем для дорожного полотна вероятно также растворяя битумную составляющую, однако, как и в предыдущем случае, покрытие образца хозяйственным лаком полностью защищает его от негативного воздействия.

**Итоги исследования:** в ходе экспериментов была выявлена хорошая адгезия асфальтобетона и хозяйственного лака, что является положительным моментом для возможности использования лака в качестве защитного покрытия;

Это свидетельствует о том, что для эффективной защиты дорожного полотна может быть использовано водоотталкивающее покрытие, нанесенное на участок дороги, который необходимо защитить.

#### **Источники информации:**

- 1) *Ожегов С.И.* Толковый словарь русского языка: Около 100 000 слов, терминов и фразеологических выражений / *С.И. Ожегов*; под ред. проф. *Л.И. Скворцова*. – М: Изд-во «Мир и образование», 2014. – 1376 с.
- 2) Асфальт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#). – Загл. с экрана.
- 3) Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / *А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин* и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. *А.П. Васильева*. – М.: Информавтодор, 2005.
- 4) Всё про знак «Движение грузовых автомобилей...» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#). – Загл. с экрана.

## Износостойкость дорожного полотна в зависимости от погодных условий и сезонных явлений, способы его защиты

Автор:

НАТУР Мустафа Виссонович, ГБОУ г Москвы «Школа № 1568 имени Пабло Неруды», 11 инженерный класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

МАРКАРОВА Маргарита Борисовна, Член координационного совета РОО ЕНАП Ассоциации учителей черчения, учитель черчения ГБОУ г Москвы «Школа № 1568 имени Пабло Неруды»

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) призваны решить множество задач. С помощью БПЛА проводят аэромониторинг местности, создают топографические карты, создают ортофотоплан и 3D-модель рельефа, контролируют сельскохозяйственные процессы, осуществляют доставку небольших грузов, обеспечивают связь на удаленных расстояниях.

БПЛА активно используют подразделения полиции и МЧС в поисково-спасательных работах, например, для поиска пропавших людей в труднопроходимых местах, для выявления очагов лесных пожаров или наблюдения за паводком с целью оказания своевременной помощи пострадавшим.

Использование БПЛА менее затратно, чем использование вертолетов или мотодельтапланов МЧС, и полностью безопасно для человека. БПЛА может заменить поисковый отряд. Надёжность при дальних полётах, умение обходить препятствия в виде ЛЭП или крон деревьев, хорошая защита от влаги, работа в условиях порывистого ветра и в широком диапазоне температура также наличие подсветки, качественной камеры, тепловизора и ПНВ (прибора ночного видения) – характеристики, которыми должны обладать БПЛА, что подтверждает их крайнюю необходимость для работы поисково-спасательных отрядов.

Разработки БПЛА для поисково-спасательных целей требуют продуманных конструкторских решений, идей по расширению возможностей и реализации характеристик автономности, поэтому актуально создавать надежных помощников подразделениям полиции и МЧС.

**Актуальность работы** заключается в создании БПЛА с аэродинамическим корпусом, с аэродинамическим корпусом, защищенным от разгерметизации и внешних воздействий.

**Целью работы** является конструкторская разработка и создание поисково-спасательного беспилотного летательного аппарата, способного конкурировать с другими моделями.

Для достижения поставленной цели решались **задачи**:

- 1) Проанализировать устройства беспилотных летательных аппаратов, собрать модель БПЛА из доступных комплектующих;
- 2) Разработать конструктивы в САД системах для защиты БПЛА от воздействия внешних факторов на основе анализа аэродинамических свойств;
- 3) Подготовить базовую техническую документацию конструктивов;
- 4) При изготовлении конструктивов БПЛА использовать возможности современных технологий: FDM-технологии 3D печати и технологии САМ обработки на оборудовании с ЧПУ;
- 5) Разработать защиту курсовой камеры от ударов при крушении БПЛА;
- 6) Исследовать возможности защиты от разгерметизации корпуса БПЛА с помощью разработанных в проекте силиконовых прокладок;
- 7) Провести работу над ремонтопригодностью БПЛА;
- 8) Исследовать эксплуатационные характеристики, испытать полетные качества и оценить возможность видеосъемки камерой проектного БПЛА;
- 9) Подготовить и разместить материалы работы над проектом в интерактивной среде Интернет и получить отзывы о созданном БПЛА.

**Объект исследования** – летательные аппараты.



**Предметом исследования** данной работы является создание беспилотного летательного аппарата в условиях современного цифрового инструментального производства.

**Научная новизна** работы заключается в создании функциональной экспериментальной модели поисково-спасательного БПЛА с аэродинамическим корпусом, защищенным от разгерметизации и внешних воздействий.

**Практическая значимость.** В результате собран функциональный БПЛА с видеокамерой и аэродинамическим корпусом. С помощью разработанных силиконовых прокладок создана защита от разгерметизации корпуса БПЛА и продумана ремонтпригодность. Материалы проекта размещены в Инстаграм и на интерактивном ресурсе в среде Интернет, создан сайт, получены отзывы и рекомендации.

**Описание работы.** В работе изучаются материалы об объекте исследования из технических источников и информации в Интернете; рассматриваются виды и классификация протезов; проводится сравнение характеристик; анализ полученных данные; систематизируются и обобщаются полученные результаты.

*Методы и приемы.* Анализ аэродинамических свойств корпуса проведен в программе Flow Design. Для защиты корпуса БПЛА от разгерметизации использовались силиконовые прокладки, полученные заливкой силикона в специально разработанную форму, изготовленную на САМ-станке Roland с ЧПУ. Все детали БПЛА смоделированы в САПР Autodesk Inventor. Создан комплект конструкторской документации, анимация сборки. К 3D-печати были созданы g-code файлов деталей, которые впоследствии напечатаны по FDM технологии с помощью 3D принтера. Для прошивки контроллера аппарата использовалась программа OpenPilot GCS, проводилась настройка БПЛА и изучалось влияние параметров прошивки на полетные качества устройства. При испытаниях БПЛА на местности велась видеосъемка курсовой камерой FPV, сигналы которой принимал шлем FPV. На всех этапах работы проводились исследования эксплуатационных характеристик, проверялось качество съемки исправлялись ошибки, улучшались полетные свойства. После всех изменений и доработок БПЛА стал стабильнее в полете, повысилась устойчивость к внешним воздействиям. Проведен сравнительный анализ созданного в проекте БПЛА с аналогами.

**Итоги работы.** Таким образом, создан поисково-спасательный БПЛА, способный конкурировать с действующими аналогами.

Результаты работы наглядно демонстрируют методику автоматизированного моделирования и проектирования перспективных конструкций БПЛА и особенности их изготовления с использованием станков с ЧПУ и 3D-принтеров в условиях современного цифрового инструментального производства

**В перспективе** будет добавлен автопилот полета БПЛА по заданным точкам, установлена телеметрия GPS и барометр, заменены комплектующие с улучшенными техническими характеристиками.

**Область применения.** Областью применения материалов работы могут быть организации, заинтересованные в создании БПЛА.

#### **Источники информации:**

- 1) RolandDGNorthEuropeA/S: официальный сайт. [Ссылка](#) (дата обращения: 04.09.2020).
- 2) Как новичку собрать квадрокоптер ZMR250 / QAV250 (1 часть). [Ссылка](#) (дата обращения: 15.08.2020).
- 3) Пошаговая настройка пульта FLYSKY FS-i6 и контроллера DJI Naza Lite/V2 - советы владельцам квадрокоптеров CopterTime. [Ссылка](#) (дата обращения: 15.11.2020).
- 4) Индивидуальные аккумуляторные решения для БПЛА и Дронов для арг-, аэрофотосъемки, картографии: сайт. [Ссылка](#) (дата обращения: 23.10.2020).
- 5) Обзор CC3DOpenPilot. [Ссылка](#) (дата обращения: 20.10.2020).
- 6) Квадрокоптер своими руками. Руководство по сборке FPV квадрокоптера. [Ссылка](#) (дата обращения: 10.10.2020).
- 7) Дрон своими руками: Урок 3. Силовая установка. [Ссылка](#) (дата обращения: 10.10.2020).



## Звёздное небо Яна Гевелия

Автор:

ПЕЛАГЕЙКО Анастасия Александровна, МБОУ БГО «Борисоглебская гимназия №1», г. Борисоглебск Воронежской области, 11 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

БЕЛЮСТОВ Владимир Николаевич, учитель физики ВКК, Почётный работник общего образования РФ

**Цель работы:** создание интерактивной 3D карты звёздного атласа польского астронома Яна Гевелия.

**Задачи:**

- 1) Проанализировать соответствие созвездий из атласа Я. Гевелия и выявить характерные особенности расположения небесных светил в сравнении с современными атласами
- 2) Освоить программу для 3D моделирования и соответствующий программный код;
- 3) Разработать механику программы;
- 4) Перенести атлас Я. Гевелия в 3D формат;
- 5) Создать интерактивную 3D карту звёздного неба Яна Гевелия.

**Научная новизна** данной работы отличается нестандартным способом изучения старинных астрономических атласов: перенесением их в 3D формат для более наглядного представления с использованием графического редактора и игровой среды разработки.

**Практическая значимость.** В наше время информатизация и компьютеризация занимают огромное место в нашей жизни, однако сейчас человеку сложно воспринимать научную информацию посредством чтения объёмных интеллектуальных трудов, больше всего задействован именно визуальный компонент восприятия. Данная работа комбинирует визуальную и информационную составляющие и способствует облегчению восприятия информации о нашей Вселенной.

**Описание работы.** Для создания 3D карты звёздного неба было проанализировано 56 карт из атласа Яна Гевелия. В результате были обнаружены следующие отличия от современных атласов: все созвездия отображены зеркально, самым северным созвездием является Дракон, но не Малая Медведица (результат прецессионного движения Земли), наблюдаются сильные смещения звёзд в созвездиях Гончие Псы, Близнецы, Водолей, Южная Муха, Голубь, Меч-Рыба (Золотая Рыба). Устаревшие созвездия: Муха (северная), Гора Менала, Корабль Арго (на данный момент состоит из созвездий Киль, Корма, Паруса и Компас). Устаревшие созвездия Антиной, Гусь и Малый Треугольник в современных атласах стали одним целым с созвездиями Орёл, Лисичка и Большой Треугольник соответственно. У созвездия Южная Рыба на данный момент отсутствуют звёзды «хвостовой» части. Созвездие Меч-Рыба у Гевелия имеет два названия: Dorado («Золотая Рыба») и Xiphias («Меч-Рыба»).

Для создания 3D карты звёздного неба Яна Гевелия была выбрана визуальная среда разработки Unity3D, использующая для написания скриптов (программ) объектно-ориентированный язык программирования C# («Си шарп»). С помощью инструментов платформы и 3D объектов был создан ландшафт для северного и южного полушарий, ночной пейзаж и сферическая координатная сетка. Сверяясь с атласом Я. Гевелия и полученными аналитическими выводами, с помощью системы частиц на небо были добавлены звёзды (более 600 штук). Соединив их линиями, были получены начертания созвездий. Все созвездия также были подписаны. С помощью C# были разработаны следующие элементы управления: получение информации про созвездие, путём нажатия ЛКМ по его названию и смена полушарий (камеры). Для большего удобства пользователь может скрыть/-показать окружающие объекты и окно управления.

**Итоги:** в результате работы над проектом были выявлены довольно сильные различия между звёздными картами астронома XVII в. Яна Гевелия и современными атласами, освоены визуальная среда разработки Unity3D и язык программирования C# и создана интерактивная 3D карта звёздного неба Яна Гевелия, которую можно посмотреть по ссылке <https://disk.yandex.ru/d/OyW1JJhh6131EA>



**Источники информации:**

- 1) Белостов В.Н. Ян Гевелий / В. Белостов, М. Бражников Памятные даты. Январь-февраль 2011 // Издательский дом "Первое сентября". Учебно-методическая газета "Физика". - 16-31.12.2010 - №24 (919)
- 2) Дубкова, С. И. Прогулки по небу. Легенды и мифы о созвездиях. – М.: Белый Город, 2008. – 111 с.
- 3) Ян Гевелий польский астроном / астромиф История и мифология созвездий – [Электронный ресурс] – [Ссылка](#)

## Новый способ обнаружения переменных звёзд и других объектов

Автор:

РЫБКА Александра Михайловна, ГБОУ школа №1534

Научный руководитель:

ДЕНИСЕНКО Денис Владимирович, педагог дополнительного образования, ГБПОУ “Воробьёвы горы”

**Цель:** Испытать новый метод поиска переменных звёзд и попытаться найти несколько новых объектов данного типа.

### Задачи:

- Отсортировать подходящие по параметрам объекты из каталога URAT 1
- Обработать получившийся список
- Найти новые переменные звёзды и подтвердить эффективность нового метода

Метод сортировки объектов из каталога URAT 1 заключался в запросе к архиву через VizieR. Фильтровались объекты так, чтобы звездная величина (далее  $m$ ) отличалась от данных PanSTARRS на 3 и более, не было данных по собственному движению и не было ошибок измерения. Отсутствие ошибок измерения, означало бы что объект гипотетически вспыхивал (наблюдался) только один раз, что повышало шанс того, что объект ещё не открыт (не занесён в каталог). После обработки исходного массива получился список объектов, которые проверялись с помощью снимков PanSTARRS, а также с помощью данных ZTF DR3 (проверялись кривые блеска). Отбирались звёзды с изменением  $m$  на 2.5-3 и более (пример рис. 1), и если на пластинках было чётко видно визуальное изменение (пример рис. 2).

Тема исследования является **актуальной**, так как сейчас - в эпоху освоения и изучения космоса - важно знать как можно больше о том что нас окружает: в Солнечной системе, в Галактике и во Вселенной в целом.

**По итогам исследования** было обнаружено и зарегистрировано две переменные звезды типа UG - Rybka 1 (рис. 3) и Rybka 2 (рис. 4)

### Источники информации:

- 1) <https://www.aavso.org/vsx/index.php> (сайт международного каталога переменных звёзд)
- 2) <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/> (сайт страсбургского университета (Simbad))
- 3) <http://ps1images.stsci.edu/cgi-bin/ps1cutouts> (сайт для запроса к архивам данных PanSTARRS)
- 4) <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR> (сайт страсбургского университета (VizieR))
- 5) <https://irsa.ipac.caltech.edu> (сайт для запроса к архивам данных ZTF DR 3)
- 6) [https://en.wikipedia.org/wiki/U\\_Geminorum](https://en.wikipedia.org/wiki/U_Geminorum) (кривая блеска звезды U Близнецов)
- 7) <http://www.astronet.ru/db/msg/1168623/node8.html> (теория по тесным двойным системам и карликовым новым в частности)

### Приложение

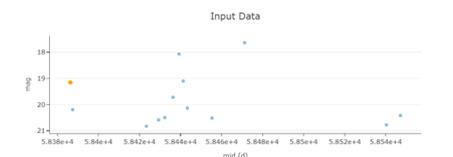


Рис. 1.

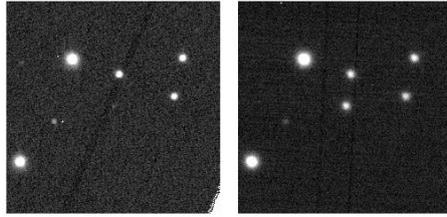


Рис. 2.

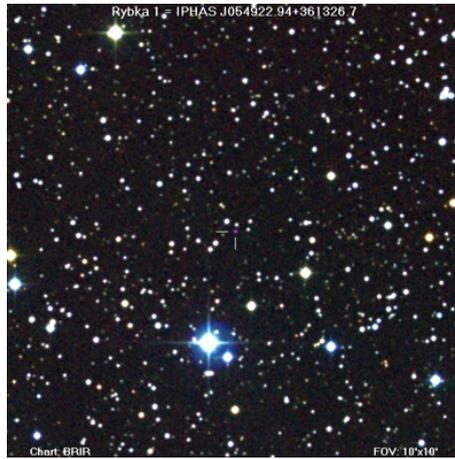


Рис. 3.

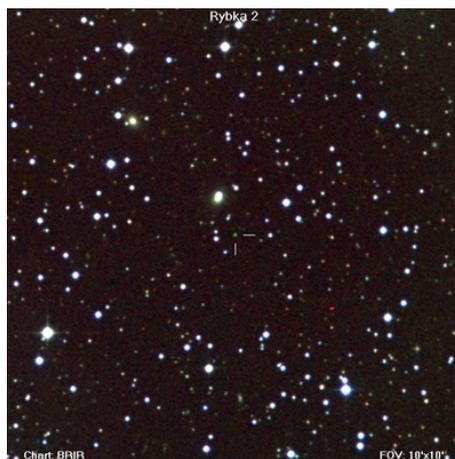


Рис. 4.

## Исследование Солнца посредством изучения его эмиссионного спектра

Автор:	РЫЧЕНКОВА Дарья Викторовна, Школа №1502 Энергия
Научный руководитель:	ЗУЕВ Максим Максимович, преподаватель физики Школы 1502
Научный руководитель:	СЕРГЕЙ Валентинович Назаров, научный сотрудник Крымской астрофизической обсерватории
Научный руководитель:	Жан АБУДАРХАМ, научный сотрудник Парижской обсерватории

**Цель исследования:** исследовать спектр Солнца, сделать выводы о составе его атмосферы и температурах верхних слоёв.

### Задачи исследования:

- 1) Определить качественный и количественный состав Солнца
- 2) Вычислить температуру поглощающего газа хромосферы Солнца и излучающего газа фотосферы
- 3) Определить спектральный класс Солнца

### Актуальность:

Изучение спектров звёзд - главный источник информации о них. Это обусловлено труднодоступностью исследуемых тел и одновременно разнообразием получаемых с помощью такого анализа данных. Изучая Солнце можно узнать о том, как развивалась Солнечная система и Галактика в целом.

### Методика и результаты:

- Получили спектр при помощи самодельного спектрографа, доказали по полученному спектру присутствие в атмосфере Солнца кислорода, неона, водорода, гелия, сопоставляя Фраунгоферовы линии с линейчатыми спектрами газоразрядных ламп и спектрами испускания элементов.
- Рассчитали температуру излучающего газа фотосферы по закону Вина, доказав, что найденная на самодельном спектре линия водорода – самая интенсивная в диапазоне.
- Смогли рассчитать температуру поглощающего газа хромосферы, используя закон Доплеровского уширения линий и связь средней кинетической энергии молекулы с температурой.
- Вычислили по формуле Бальмера-Ридберга спектральные серии водорода. А используя тот факт, что Солнце можно принять за абсолютно чёрное тело, определили в оптическом диапазоне серию водорода, которой соответствует максимум спектральной плотности потока излучения. Зная длину волны этой серии, вычислили температуру излучающего газа фотосферы по закону Вина.
- Определили спектральный класс Солнца по температуре, установили наличие других элементов в солнечном спектре.
- Нашли элементы таблицы Менделеева до железа включительно, с помощью атласа спектральных линий Курдта и спектра, снятого на космический аппарат SOHO.
- Определили количественный состав нескольких найденных элементов. Использовали тот факт, что эквивалентная ширина спектральной линии зависит от того, как много атомов в атмосфере находятся в состоянии, в котором они могут поглощать рассматриваемую длину волны.

### Выводы:

Поняли, что прозрачный слой DVD-диска может быть диспергирующим элементом. Установили, что на Солнце присутствуют элементы периодической таблицы до железа включительно.



## Наблюдение и изучение кометы C/2020 F3 (NEOWISE)

Автор:

СВЕТЛИЧНЫЙ Е.Д., МОУ СШ № 105 Ворошиловского района Волгограда)

Научный руководитель:

ГАДЫШЕВА Н.С., профессор кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО ВГСПУ Глазов С.Ю.

*Каждое прибытие новой кометы – это подарок Вселенной земной науке... О.Ю. Дикова*

Летом 2020 года мы стали свидетелями астрономического события, обратившего на себя внимание, наряду с астрономами, всех жителей нашей планеты. К нам прилетела гостя с самых окраин Солнечной системы. Это самая яркая за последние 7 лет и одна из немногих доступных для наблюдения невооруженным глазом комета C/2020 F3 (NEOWISE). Этой комете посвящена наша работа.

**Актуальность исследования:** несмотря на то, что кометы изучают с давних времён, они остаются загадками для астрономов. Комета же NEOWISE имеет такую яркость, что её можно наблюдать в космические и земные телескопы, что позволяет провести её детальное изучение. Однако учёные-астрономы призывают и любителей астрономии внести свой вклад в изучение кометы.

Приступая к исследованию, мы поставили **цель:** пронаблюдать и зафиксировать комету NEOWISE на звёздном небе нашего города Волгограда и её движение в поле зрения космической обсерватории SOHO; исследовать доступные астрономические и физические параметры кометы и её траекторию.

**Задачами** исследования в нашей работе являются:

- 1) Проведение визуальных, фотографических и телескопических наблюдений кометы NEOWISE.
- 2) Определение с помощью физических и астрономических методов некоторых доступных характеристик кометы NEOWISE и сравнение их с официальными данными о комете
- 3) Обобщение и систематизация научной информации о комете NEOWISE и полученных в ходе работы собственных данных о комете, разработка практических заданий к урокам по астрономии и физике, к занятиям астрономического кружка, а также для любителей астрономии.

Используемые в работе **методы исследования:** вычисление координат кометы по фотографиям, переданным при прохождении кометы через поле зрения камеры телескопа SOHO; определение перемещения кометы в плоскости изображения и в пространстве, на основе определения координат кометы в графическом редакторе GIMP; вычисление скорости и ускорения кометы на различных участках траектории её движения; анализ полученных результатов измерений и вычислений, их систематизация.

В работе использовались камеры NIKON D5200 и камера FIG-LX1, зеркально-линзовый телескоп Levenhuk Skyline PRO 80 МАК.

Первым комету обнаружил космический инфракрасный телескоп WISE, когда она двигалась к Солнцу, находясь на расстоянии 312 млн. км от него. В дальнейшем, комету, помимо земных наблюдателей, обнаружили космические аппараты NASA, это солнечная гелиосферная обсерватория SOHO, солнечный зонд Parker Solar Probe и космический телескоп Hubble.

Мы зафиксировали прохождение кометы на SOHO с 12 ч 30 мин (UT) 22 июня до 19 ч 30 мин (UT) 27 июня, скопировав более 120 снимков кометы, переданных с телескопа LASCO C3 обсерватории SOHO.

Сделав наложение снимков в графическом редакторе GIMP, мы проанализировали вид траектории кометы, пронаблюдали поворот хвоста при приближении к перигелию её орбиты. Результаты вычисления скоростей и ускорений движения кометы на отдельных участках траектории с учётом угла наклона плоскости орбиты кометы к плоскости эклиптики, показали, что наши значения близки к официальным данным.



Комета стала доступной наблюдателям с поверхности Земли сначала лишь в южном полушарии, т.к. она двигалась к Солнцу, находясь под плоскостью эклиптики. И с начала июля, когда она обошла Солнце, пройдя перигелий своей орбиты, появилась возможность наблюдений и в северном полушарии. Вначале она стала доступной для наблюдений перед рассветом, невысоко над горизонтом, но с каждым днём становилась всё выше и стала доступной в вечерних наблюдениях. На некоторых широтах её могли наблюдать от заката до рассвета.

В работе мы представили результаты своих визуальных и фотографических наблюдений кометы на местности. С помощью программы «Stellarium» проследили изменение её высоты над горизонтом в нашем городе Волгограде. Высота утром возрастала в период с 22 июня по 14 июля, достигнув значения  $12^{\circ}20'$ , а затем стала уменьшаться до полного исчезновения кометы за горизонтом 26 июля. Утренние наблюдения осложнялись погодными условиями: дымка по горизонту, частичная или полная облачность, что не давало возможности её обнаружить в нашей местности.

9 июля комета появилась на линии горизонта во время вечерних наблюдений, находясь в созвездии Рыси, после чего перешла в созвездие Большой Медведицы. Наибольшей высоты ( $23^{\circ}34'$ ) комета достигла 29 июля.

Впервые обнаружить и сфотографировать комету нам удалось 19 июля. Условия наблюдений не были идеальными. Луна не мешала наблюдениям, так как 20 июля было новолуние, но мешала подсветка от фонарей уличного освещения, однако комета была видна при этих условиях даже невооруженным глазом. Она имела вид слабого туманного пятна, от которого вверх тянулся хвост.

При наблюдении кометы в зеркально-линзовый телескоп Levenhuk Skyline PRO 80 МАК, мы четко увидели кому и пылевой хвост, сквозь который светили звёзды, так как вещество хвоста чрезвычайно разряжено.

Благодаря значимости этой кометы, в свободном доступе появилось большое количество сведений о ней от исследователей-учёных. Мы смогли их систематизировать и, совместно с полученными собственными результатами наблюдений и измерений, использовать для разработки заданий к занятиям по астрономии и физике. Это задание по астрометрии на построение траектории движения кометы в экваториальной системе координат на карте звёздного неба; задание на отражение положения кометы на звёздном небе нашего города в горизонтальной системе координат с использованием программы «Stellarium»; на изучение движения кометы в эклиптической системе координат; а также астрофизические задания на оценку размеров кометы, величины её хвоста и определение химического состава вещества.

Комета NEOWISE - одна из немногих, которая смогла побывать в «горячих объятиях» нашего СВЕТИЛА, вырваться из них и, сохранив себя, вновь отправиться в ледяные дали, на свою «родину», к самым окраинам нашей Солнечной системы. А мы смогли прикоснуться к одной из тайн природы, пронаблюдать и исследовать одну из ярких, красивых и таких далёких комет.

#### Источники информации:

- 1) Чаругин, В.М. Астрономия 10-11 классы: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / В.М. Чаругин, – 2-е изд., испр. – М.: Просвещение, 2018. – 50 000 экз. – с. 16–73.
- 2) Яркую комету C/2020 F3 (NEOWISE) уже можно наблюдать // Astro-World: [сайт]. – [Ссылка](#). – Дата публикации: 05.07.2020
- 3) База данных JPL NASA по малым телам Солнечной системы (C/2020F3) // NASA JPL: [сайт]. – [Ссылка](#)(дата обращения: 27.11.2020)
- 4) Кометы. Реальная физика. Глоссарий по физике // Реальная физика: [сайт]. – [Ссылка](#) (дата обращения: 10.12.2020)
- 5) Комета C/2020 F3 (NEOWISE) // TACC: [сайт]. – [Ссылка](#). – Дата публикации: 22.07.2020

## Перспективные технологии производства в современном авиастроении

Автор:

ТОКАРЕВ Вячеслав Анатольевич, МБОУ среднего образования школа №32 с углублённым изучением отдельных предметов

Научный руководитель:

КРАВЧЕНКО Сергей Александрович, педагог ДО первой квалификационной категории

**Проблематика:** В современном авиастроении существует проблема применения уже устаревших технологий (литьё, прокатка и т.д.).

**Объект исследования:** перспективные технологии 3D-печати и композиционных материалов

**Предметы исследования:** изготовленный с применением 3-Д принтера самолёт; планер, изготовленный из композиционных материалов;

**Цель научно-исследовательской работы:** Подтвердить перспективность внедрения вышеуказанных технологий в авиастроение;

**Задачи НИР:**

- 1) Анализ существующих аддитивных технологий и композиционных материалов;
- 2) Изготовление самолёта с помощью аддитивных технологий;
- 3) Создание планера из композиционных материалов;
- 4) Проведение лётных испытаний полезных моделей;

**Практическая полезность НИР:** Возможность реально оценить пользу современных технологий, в частности технологий 3-Д печати и композиционных материалов, при производстве ЛА.

В тексте работы описываются основные типы композиционных материалов, среди которых полимерные композиты выявляются как наиболее перспективные для авиации, приводится аргументация в виде их технических характеристик. В ходе написания НИР я изготовил из полимерных композиционных материалов действующую модель ракетоплана собственной разработки. Она была протестирована и показала высокие лётные и прочностные характеристики, тем самым частично выполнив цель исследования.

Также в работе исследованы технологии и материалы для объёмной печати, выявлены наиболее перспективные, приведены модели их применения. В ходе работы на моём самосборном 3д-принтере я напечатал уменьшенную копию самолёта Messerschmidt BF 109 и протестировал в полёте. Электролёт не разрушился при падении и имел хорошую управляемость, что в совокупности с результатами полётов композитного ракетоплана выполняет цель исследования.

**В результате** проведения НИР я изготовил две летающие модели: ракетоплан из ПКМ и копию самолёта Messerschmidt BF 109. На примере данных моделей я подтвердил актуальность расширения применения таких современных материалов и технологий, как композиты и объёмная печать. Задачи исследования также были выполнены полностью, т.к. поведено подробное изучение свойств как изделий из композитов и самих материалов, так и материалов и технологий 3д печати.



Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3



Рисунок 4

## Изготовление простейшего датчика протечки воды и его исследование

Автор:

ТРУБИЛО Валерия Сергеевна, ГУО «Средняя школа № 8 г.Слонима» Гродненской области Республики Беларусь, 8 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

ЖАК Татьяна Николаевна, учитель физики высшей квалификационной категории ГУО «Средняя школа № 8 г.Слонима» Гродненской области Республики Беларусь

**Цель работы:** использовать свойство воды проводить электричество для создания датчика при протекании.

**Задачи:**

- 1) Создать простой датчик протечки воды.
- 2) Рассмотреть возможности использования датчика в быту.
- 3) Оценить экономическую выгоду.

**Объект изучения:** датчик протечки воды.

**Предмет исследования:** процесс превращения электрической энергии в энергию света.

**Описание работы.** В каком бы современном доме не жили, вы никогда не можете быть застрахованы от протечки воды в водопроводных и канализационных трубах. Чаще всего, проблемы такого рода, возникают в ваннах закрытого типа, туалетных комнатах, кухнях. Что приводит к неожиданным денежным затратам.

Но дело даже в деньгах. Таким образом, наносится ущерб, не только себе, но и природе. Сколько ведёр, бочек, тонн воды будет потеряно безвозвратно. А ведь вода - это наше бесценное богатство.

А ржавые трубы? Хорошо если их утилизируют после ремонта, а если выкинут на свалку. Сколько живописных мест будет уничтожено!

Дышать парами проявившейся плесени или мерзнуть в отсыревших стенах тоже вредит здоровью.

Чтобы решить данную проблему, мы изучили товары, предлагаемые в интернет-магазинах и специализированных точках продаж. Конечно, предлагаемые системы очень хорошие, но довольно дорогие, и порой требующие помощи специалистов для установки и их дальнейшего использования.

Например, система контроля протечки воды Нептун Профи+ стоит 1058 бел. руб. (\$413,94 по курсу доллара НБ РБ на 04.03.2021); Нептун Профи Base 567 бел. руб. (\$217,32 по курсу доллара НБ РБ на 04.03.2021); Neptun Bugatti 685 бел. руб. (\$ 262,55 по курсу доллара НБ РБ на 04.03.2021).

Возникла **идея** сделать простую и надежную сигнализацию для оповещения протечки воды.

Самым простым способом информирования, мы посчитали загорание света в лампочке при протечке труб. Для этого собственными руками изготовили датчик протечки воды. Вырезали из металла пластинки, припаяли к ним провода, на пластинки прикрепили впитывающий влагу материал, подобрали лампочку на 3,5 В от карманного фонарика, присоединили элемент питания КРОНА и датчик готов!

Для решения второй задачи провели несколько экспериментов:

- исследовали зависимость работы датчика от используемых материалов контактных пластин;
- исследовали зависимость работы датчика от площади контактных пластин;
- исследовали зависимость работоспособности датчика протечки воды от материала ткани – прослойки между пластинами;



- исследовали зависимость работоспособности датчика от пропитки прослойки между пластинами.

Проведя все эксперименты мы пришли к **выводам:**

- 1) эффективность работы датчиков зависит от материала прослойки между контактными пластинами и материала самих пластин, и не зависит от их площади;
- 2) применение растворов ускоряет работу светового датчика.

Но, что если в ванной комнате очень светло, или мы уже легли спокойно спать, то заметить световой сигнал датчика будет затруднительно. Как же быть? Решили собрать звуковой сигнализатор протечки воды.

В качестве звукового и светового сигнализатора использовали автономный пожарный извещатель с питанием от 9 В батарейки «Крона», с небольшой переделкой. Кнопку проверки извещателя переключили, т.е. спаяли на коротко. Кнопкой у нас стала работать контактная пара. Опустив контактную пару в воду, звук пожарного извещателя получили мгновенно.

Наши устройства позволяют:

- сигнализировать о протекании воды в труднодоступных местах;
- бережно относиться к расходованию воды;
- экономить денежные средства от незапланированного ремонта: стоимость светового датчика протечки воды составляет 2 руб. 90 коп. (\$ 1,11 по курсу доллара НБ РБ на 04.03.2021), а звукового - 9 руб.28 коп. (\$ 3,56 по курсу доллара НБ РБ на 04.03.2021).

**Итоги исследования:** эффективными элементами нашего светового датчика протечки воды, по результатам исследования, оказались пластины из нержавеющей стали, а матерчатой прослойкой – хлопчатобумажная ткань. В качестве растворов мы использовали раствор поваренной соли, растворы железного и медного купороса. Использование наших приборов для сигнализации появления воды в местах закрытого доступа является экономически выгодным. Позволяет беречь воду, решает проблему захламления земли и даёт возможность жить в экологически чистом доме.

**Источники информации:**

- 1) *Исаченкова, Л.А.* Физика. Учебное пособие для 8 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / *Л. А. Исаченкова, Ю.Д. Лещинский, В.В. Дорофейчик;* под ред. *Л. А. Исаченковой* – Минск: «Народная асвета», 2018. – 176 с.
- 2) Люкрай, всё что нужно [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: [Ссылка](#). - Дата доступа: 20.10.2020
- 3) Датчик протечки воды в Гродно [Электронный ресурс].– 2020. – Режим доступа: [Ссылка](#). - Дата доступа: 21.10.2020.
- 4) Теплодров. Отопительное оборудование [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: [Ссылка](#) - Дата доступа: 21.10.2020.

## Грозы на средних широтах и солнечная активность

Автор:

ФЕДОРОВА Александра Евгеньевна, ФИЗТЕХ-лицей  
имени П.Л. Капицы, 11 класс физико-химического профиля

Научный руководитель:

ЯГОВА Надежда Викторовна, в.н.с. ИФЗ РАН, к.ф.-м.н.

**Цель работы:** Проверить наличие связи параметров грозовой и солнечной активности по данным измерений в 24 цикле солнечной активности.

### Задачи:

- 1) Оценить полное количество и суммарную энергию молниевых разрядов в различных широтных зонах Европы и России;
- 2) Исследовать корреляцию этих параметров и уровня солнечной активности в 27-дневном цикле;
- 3) Сравнить характер полученных зависимостей для разных фаз 11-летнего солнечного цикла;
- 4) Изучить источники и высказать предположения о возможных физических причинах выявленных закономерностей.

**Научная новизна** данной работы определяется тем, что, наиболее слабо исследованы в системе солнечно-земных связей является влияние солнечной и геомагнитной активности на атмосферу.

Данные по связям солнечной и грозовой активности отличаются для разных широт, а на временах порядка 27-дневного цикла не исследовались. Работа основывается на базах данных по молниевым разрядам, в которых собраны данные как по координатам, так и по энергиям отдельных молний. Ранее подобные базы данных не были доступны, и подобных исследований для средних широт не проводилось.

### Практическая значимость.

Молниевый разряд является источником электромагнитных, механических и тепловых возмущений в широком диапазоне частот и его воздействие регистрируется со всех оболочек земли от литосферы до ионосферы. Знание внутренних связей между солнечной и грозовой активностью позволяют избежать ошибок, например, при исследовании сейсмо-электромагнитных процессов, что является важным в задачах прогноза катастрофических геофизических явлений.

### Описание работы.

В настоящей работе исследуются вариации количества и энергии молниевых разрядов в двух среднеширотных зонах Европы и России в 27-дневном цикле солнечной активности. В течение 5 летних сезонов с 2010 по 2016 год исследовано влияние солнечной активности на полное количество и энергию молниевых разрядов.

Для анализа связи с циклом солнечной активности использовались данные по числам Вольфа и рассчитывались линейные коэффициенты корреляции для сглаженных в окне 3 дня временных рядов в зависимости от сдвига между исследуемыми временными рядами.

**Итоги исследования:** Для двух среднеширотных регионов (в России и Восточной Европе) обнаружена антикорреляция уровня солнечной активности и количества грозовых разрядов, а также их суммарной энергии в течение 4 из 5 исследованных лет. Отсутствие эффекта в 2010 году может быть связано с крайне низким уровнем солнечной активности  $R_{max} \leq 65$

Предложенный метод исследований позволил изучить связь между солнечной и грозовой активностью, используя 27-дневный цикл, связанный с вращением Солнца и минимизировать влияние разной чувствительности сетей по исследованию молний в разные годы.

### Источники информации:

- 1) *Zherebtsov, G.A., V.A. Kovalenko, S.I. Molodykh: The physical mechanism of the solar variability influence on electrical and climatic characteristics of the troposphere // Advances in Space Research, 10.1016/j.asr.2005.04.003, 35, 8, (1472–1479), (2005)*



## Методы построения теней черных дыр

Автор:	ШЕЛКОВНИКОВА Анна Александровна, Физико-математическая школа № 2007, 11 класс
Научный руководитель:	БУГАЕВ Михаил Александрович, МФТИ, ФОПФ
Научный руководитель:	РЕПИН Сергей Викторович, АКЦ ФИАН

Прямое наблюдение черных дыр является одной из приоритетных задач современной астрофизики. Из-за сильного тяготения возможно наблюдение только теней черных дыр на фоне ярких объектов, таких как аккреционные диски или модельные экраны.

**Цель работы:** построение тени черной дыры.

### Задачи:

- 1) Построить модели черной дыры на фоне аккреционного диска или модельного экрана.
- 2) Получить траектории большого числа квантов в гравитационном поле черной дыры.
- 3) Определить интенсивность излучения границ силуэта черной дыры.
- 4) Учесть зависимость интенсивности излучения диска от радиальной координаты.
- 5) Подтвердить полученный результат другим методом расчета.

Получение траекторий квантов происходило путем численного решения уравнений движения кванта в рамках общей теории относительности [1] с помощью программ численного интегрирования. Интенсивность излучения определялась двумя способами.

Производилось разбиение плоскости диска сеткой на большое количество квадратов и нахождение количества квантов в каждом квадрате. Затем, в соответствии с моделью диска, находилась реальная интенсивность излучения каждого из этих квадратов. Деление одного на другое позволяло получить весовой коэффициент каждого кванта, с которым этот квант учитывается в картинной плоскости.

Другой способ состоит в том, что на плоскости аккреционного диска мы для каждого пришедшего кванта строим круг с центром в точке прихода кванта, вычисляем количество квантов, попавших в этот круг, и, разделив на площадь круга, получаем плотность квантов вблизи этой точки. Затем, как и в первом случае, зная радиальную координату точки прихода кванта, вычисляем интенсивность излучения в соответствии с моделью диска. И аналогично предыдущему случаю находим весовой коэффициент.

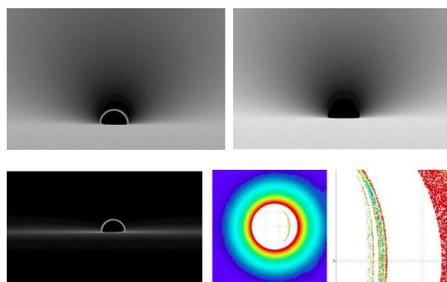


Рис. 1. Примеры построенных теней черных дыр на фоне аккреционного диска и удаленного экрана.

В результате применения таких алгоритмов можно получить как форму тени черной дыры, так и распределение интенсивности излучения вблизи границ тени. Примеры теней черных дыр на фоне аккреционного диска и модельного экрана приведены на рис. 3. Тень черной дыры Керра показана в ложных цветах на фоне далекого экрана [2]. В логарифмической шкале показана интенсивность излучения вблизи границ тени. В увеличенном масштабе показаны фотонные кольца. Тень черной дыры Шварцшильда показана на фоне различных моделей аккреционного диска (слева внизу модель Новикова-Торна [3]).

**Источники информации:**

- 1) *A. F. Zakharov, S. V. Repin*, Astronomy Reports, 43 (11), 705 (1999)
- 2) *S. V. Repin, D. A. Kompaneets, I. D. Novikov, V. A. Mityagina*, arXiv:1802.04667
- 3) *I. D. Novikov, K. S. Thorne*, Black holes (Les astres occlus), p. 343-450. Edited by C. DeWitt and B. DeWitt, Gordon and Breach, N.Y.

## Исследование влияния физических явлений на атмосферные процессы Земли

Автор:

ЯСТРЕБОВ Андрей, Республика Казахстан, Костанайская область, город Костанай КГУ «Физико-математический лицей управления образования акимата Костанайской области»

Научный руководитель:

САЛИМОВ Алмаз Баймарзаулы, учитель физики КГУ «Физико-математический лицей управления образования акимата Костанайской области»

**Цель научной работы:** поиск причин понижения орбиты МКС по отношению к Земле.

Исходя из данной цели, были поставлены следующие **задачи**:

- 1) изучить научную литературу и информацию глобальной сети Internet;
- 2) изучить графики высоты орбиты МКС;
- 3) изучить солнечную активность в годах исследования;
- 4) определить влияние солнечной активности на орбиту МКС.

**Объект исследования:** изменение высоты полета МКС

**Предмет исследования:** активность Солнца, как одна из причин влияющих на плотность атмосферы

**Методы исследования:**

- 1) анализ литературы по теме исследования;
- 2) синтез;
- 3) моделирование.

**Гипотеза:** если активность Солнца влияет на плотность атмосферы, то это может объяснить резкое снижение МКС.

Наблюдая за МКС, было выяснено, то что высота орбиты МКС постоянно изменяется (рисунок 1). За счёт трения о разрежённую атмосферу происходит плавное торможение и потеря высоты. Все приходящие корабли способствуют набрать ее за счёт своих двигателей. Раньше в основном ограничивались компенсацией снижения. В последнее время высота орбиты неуклонно растёт.

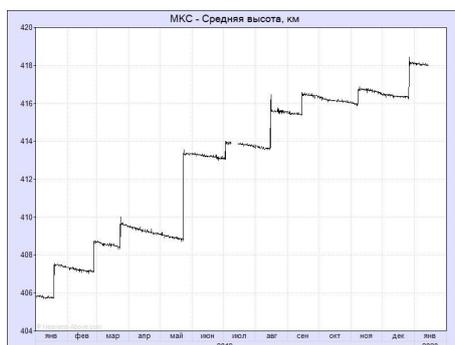


Рис. 1. График изменения высоты МКС за 2019 год

Анализируя график, мы задались вопросом, а существуют ли закономерность между высотой МКС и солнечной активности.

Используя данные глобальной сети Internet, нам удалось найти возможную зависимость высоты орбиты МКС от солнечной активности. Выше было доказано, что между количеством солнечных пятен и вспышками есть зависимость. На это мы и будем опираться.

В работы были соотнесены графики высоты орбиты МКС и графики количества солнечных пятен за период с 2014 по 2016 года.

Целью нашего исследование было выявление зависимости между высотой полета МКС и активностью Солнца. Мы высказали идею о том, что активность солнца влияет на плотность атмосферы, изменением которой в свою очередь обусловлено снижение высоты полета МКС.

Мы взяли данные за 2014, 2015, 2016 и 2019 годы, и сравнение графиков позволило нам сделать следующий вывод: в моменты повышенной активности Солнца происходило более явное самопроизвольное снижение высоты орбиты МКС, что доказывает нашу гипотезу.

#### **Источники информации:**

- 1) Сайт госкорпорации «Роскосмос» [Ссылка](#)
- 2) Сайт космической погоды [Ссылка](#)
- 3) Сайт американского космического агентства «NASA» [Ссылка](#)
- 4) Лаборатория космических исследований [Ссылка](#)
- 5) Сайт за наблюдением искусственных спутников Земли [Ссылка](#)

# Радио-, робототехника и компьютерные системы

## Подводный аппарат Poseidon

**Авторы:**

ИСМАГИЛОВ Герард Олегович, СМОЛИН Павел Дмитриевич, ДЯТЛОВ Андрей Игоревич, МБОУ ФМЛ № 31 города Челябинска

**Научный руководитель:**

ЛОВЧИКОВ Дмитрий Владимирович, заведующий лабораторией «Современные технологии», МБОУ ФМЛ № 31 города Челябинска

Добыча нефти и газа в условиях Арктики активно развивается путем применения подводно-устьевой системы добычи. Технологический процесс выглядит следующим образом: на нефтедобывающей платформе или берегу находится центр управления, а сами скважины находятся на дне моря и соединены с берегом за счет длинного подводного трубопровода и шланга кабеля, по которому передается информация об управлении оборудованием. По подводному трубопроводу поступает смесь газа, конденсата и воды с месторождения к центру управления. Скважины находятся на большом расстоянии друг от друга и требуют постоянного визуального контроля. Мониторинг и контроль подводно-устьевых систем добычи нефти производится с помощью датчиков и специального корабля, на борту которого находится подводный аппарат, спускаемый в воду для осмотра скважины. Мониторинг становится невозможен, если поверхность воды покрыта льдом или погодные условия не позволяют работать технике в открытом море и перемещаться между скважинами. Данную проблему решит создание автономного аппарата, который будет находиться под водой и осуществлять контроль скважин постоянно, вне зависимости от погодных условий. Учитывая актуальность данной темы, в своей работе мы представили разработку и создание рабочего экземпляра малогабаритного подводного аппарата для работ на глубине до 100 метров, способного работать в условиях подводно-устьевых систем добычи нефти и газа.

Мы поставили **цель**: создать автономный подводный аппарат для мониторинга подводно-устьевой системы добычи. Для достижения указанной цели были поставлены следующие **задачи**:

- 1) Обзор аналогов подводных аппаратов.
- 2) Обзор проблем, решаемых при помощи подводных аппаратов.
- 3) Разработка конструкции корпуса.
- 4) Разработка герметичных движителей.
- 5) Изготовление корпуса робота и блока управления с повышенной производительностью.
- 6) Написание прошивки интерпретатора команд.
- 7) Разработка подводной бесконтактной зарядки
- 8) Запуск робота и проведение тестирования мониторинга на имитированном стенде трубопровода.

Поэтапно реализовывая поставленные задачи, мы выполнили итоговую цель нашей работы и создали подводный автономный аппарат, который представлен в Приложении (Рис.1):



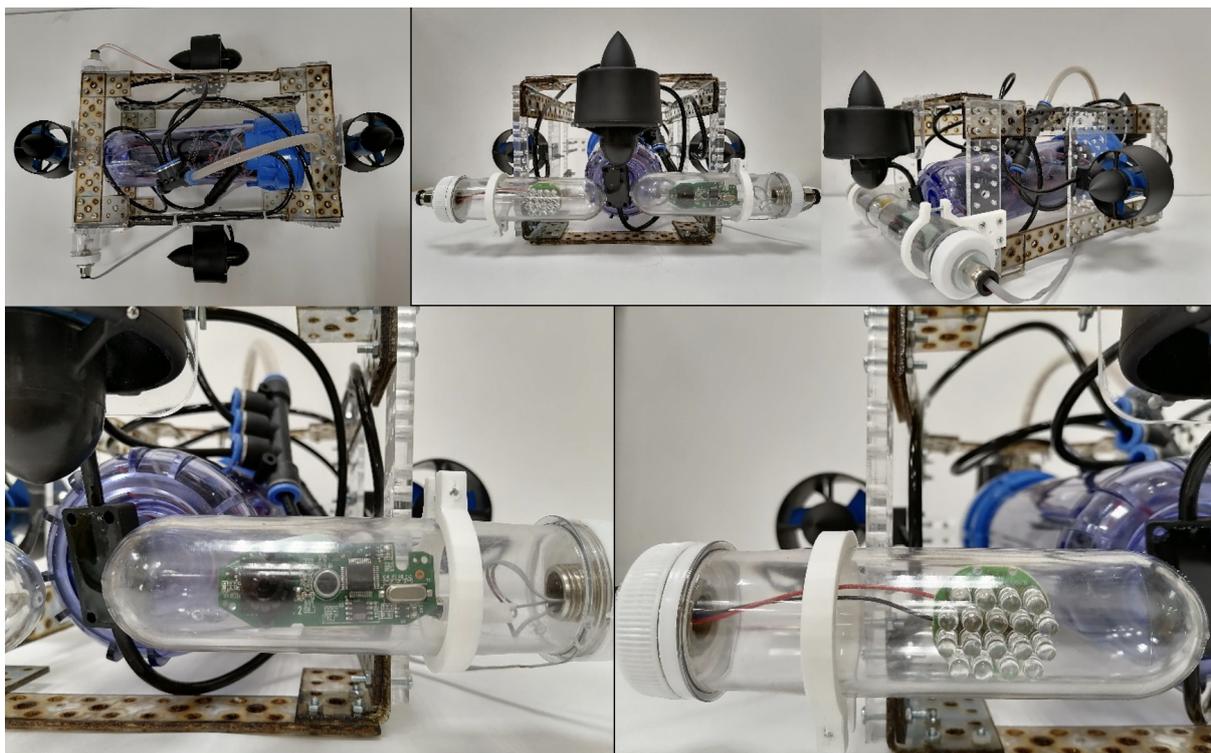
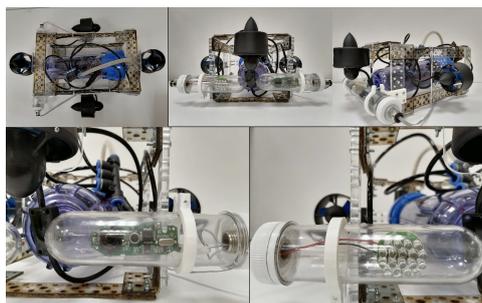


Рис. 1. Обзор конструкции подводного аппарата Poseidon в сборе. А) Вид сверху; Б) Вид спереди; В) Вид сбоку.



1) Разработали 3д модель аппарата (Рис.2).

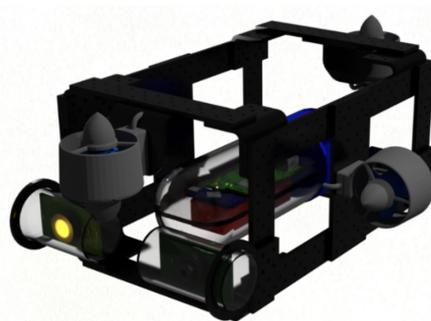


Рис. 2. 3D модель аппарата Poseidon

2) Собрали корпус из собственно произведенного конструктора (Рис.3).



Рис. 3. Конструктор корпуса

- 3) Собрали уникальные магнитные движители, а также систему их изоляции (Рис.4).

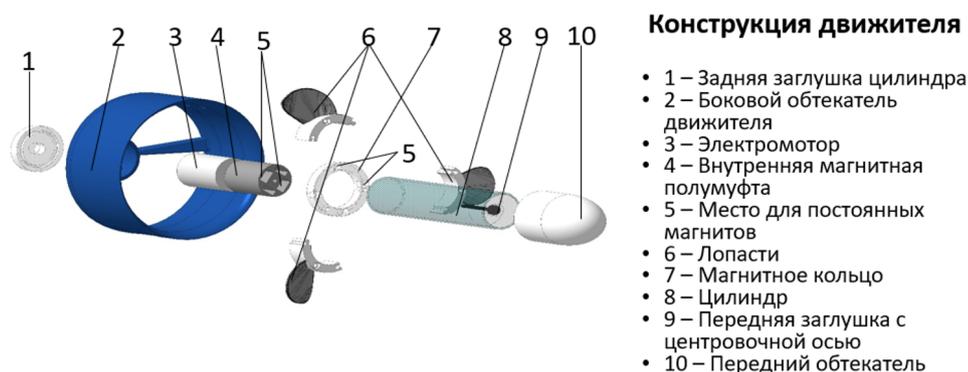


Рис. 4. Конструкция движителей

- 4) Написали программу для управления аппаратом с использованием нейронных сетей для распознавания объектов с помощью структуры YoloV3 и установили на одноплатный компьютер ASUS Tinker Board. Программа распознает окружающую среду и принимает решение о действиях аппарата.
- 5) Провели запуск аппарата в тестовой среде, аппарат смог передвигаться в школьном бассейне, а движители выдержали давление в 4.1 атмосферы. В процессе запуска обнаружили, что мощности собственно произведенных моторов не хватает для передвижения АНПА в открытом водном пространстве и произвели замену на моторы THRUSTER-300M.
- 6) Установили систему беспроводного заряда аккумулятора, используя индукционное зарядное устройство.
- 7) Назначили следующие этапы запуска: на глубине до 3 метров с полным эмитированием работы в условиях открытого водного пространства, с последующим поэтапным увеличением глубины.

#### Источники информации

- 1) Автономные подводные роботы. Системы и технологии. Электронный учебник. Изд-во ДВО РАН — 398 с.
- 2) *О.М. Киселёв* Математические основы роботехники — Орёл: Издательство «Картуш», 2019. — 228 с.
- 3) GE РОССИИ [Электронный ресурс] — [Ссылка](#).
- 4) Neftgaz.ru [Электронный ресурс ] — [Ссылка](#).
- 5) Вести газовой науки [Электронный ресурс] — [Ссылка](#).

## Гитарный усилитель с эффектом «дисторшн» и дистанционным управлением со смартфона

Автор:

ПЕЧЕНОВ Алексей Сергеевич, ученик 11 класса МОУ «Школа №144 г. Донецка», ДНР

Научный руководитель:

КУЗНЕЦОВ Дмитрий Николаевич, к.т.н., доцент кафедры «Электронная техника» Донецкого национального технического университета, г.Донецк, ДНР

**Актуальность.** Необходимый набор электрогитариста постоянно расширяется и совершенствуется, однако при всем многообразии существующего на сегодняшний день арсенала для игры на электрогитаре, усилительный гитарный стэк не теряет своей актуальности и гарантирует музыканту наиболее удобное управление звучанием любимого инструмента. На сегодняшний день существует множество вариантов схем и конструкций гитарных усилителей. Среди них много качественных усилителей, и имеющих разнообразное звучание. Однако, гитарные усилители, которые выпускаются промышленностью, по цене не устраивают начинающих музыкантов.

**Цель работы:** созданию простого и недорогого усилителя для акустической гитары с микроконтроллерным управлением на современной элементной базе доступного для повторения в домашних условиях.

**Задачи:**

- 1) Выполнить обзор известных схемных решений и литературных источников.
- 2) Разработать структурную схему усилителя и осуществить выбор элементной базы.
- 3) Выполнить имитационное моделирование схемы входного усилителя-ограничителя и получить предварительные частотные и амплитудные характеристики.
- 4) Разработать программный код для управляющего микроконтроллера Arduino Nano.
- 5) Разработать в сервисе RemoteXY визуальный интерфейс для дистанционного управления громкостью и тембром со смартфона.
- 6) Собрать и испытать опытный образец гитарного усилителя.

**Научная новизна** разработки заключается в реализации микроконтроллерного управления громкостью и тембром посредством смартфона по беспроводному интерфейсу блютуз, что позволило существенно упростить схему и повысить надежность усилителя без потери функциональности.

**Практическая значимость.** Усилитель выполнен по модульному принципу, что облегчает процесс сборки и настройки; усилитель не содержит дорогих или дефицитных компонентов; реализована глубокая регулировка громкости (от -80 дБ до +6 дБ) и тембра (от -12 дБ до +12 дБ); реализована возможность дистанционного управления громкостью и тембром со смартфона по блютузу; усилитель содержит амплитудный ограничитель сигнала, что позволяет реализовать популярный и востребованный у гитаристов эффект типа Дисторшн.

**Описание работы.**

Принцип работы усилителя заключается в последовательном усилении и фильтрации слабого сигнала от звукоснимателя тремя каскадами. Первый каскад дает максимальное усиление и регулировку эффекта Дисторшн, заключающегося в ограничении сигнала по амплитуде [1]. Второй каскад, собранный на современной микросхеме аудиопроцессора TDA8425 [2], обеспечивает регулировку громкости и тембра в широких пределах. Третий выходной каскад обеспечивает выходную мощность в динамике до 20 Вт (см. рис.1).

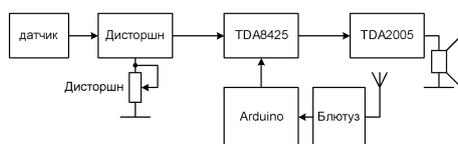


Рисунок 1. – Структурная схема гитарного усилителя

Усилитель выполнен по модульному принципу и содержит следующие структурные элементы: плату входного усилителя с регулировкой уровня «Дисторшн»; плату предварительного усилителя на микросхеме аудиопроцессора TDA8425; плату оконечного усилителя мощности на микросхеме TDA2005; микроконтроллер Arduino Nano; модуль блютуз HC-06.

Платы входного и предварительного усилителей были изготовлены лично автором, включая дизайн печатных плат, монтаж компонентов и настройку.

Особенностью разработанного усилителя является возможность дистанционного управления настройками громкости и тембра с помощью смартфона. Управление осуществляется по беспроводному интерфейсу блютуз на частоте 2,4 ГГц. Команды посылаются со смартфона, обрабатываются микроконтроллером Arduino и по двухпроводной шине I2C передаются в микросхему предварительного усилителя TDA8425, которая осуществляет регулировку громкости и тембра в широких пределах.

Визуальный интерфейс для смартфона (см.Рис.2) разработан в он-лайн сервисе RemoteXY, который предоставляет набор визуальных компонентов и содержит генератор кода для микроконтроллера Arduino.



Рисунок 2. – Визуальный интерфейс для смартфона

Для проверки заявленных характеристик схемы входного усилителя было выполнено имитационное моделирование данной схемы в программе Multisim (см.Рис.3-5). В итоге получили, что результаты моделирования хорошо согласуются с ожидаемыми характеристиками.

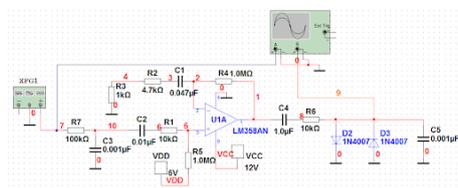


Рисунок 3. – Модель входного усилителя

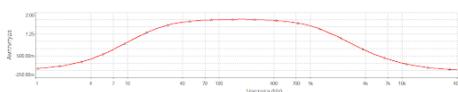


Рисунок 4. – АЧХ усилителя при минимальном коэффициенте усиления  $K_u = 2$

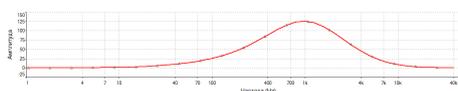


Рисунок 5. – АЧХ усилителя при максимальном коэффициенте усиления  $K_u = 125$

Усилитель успешно собран и испытан (см. Рис. 6-7). Для питания использован сетевой адаптер с выходным напряжением 12 вольт и максимальным током 2 ампера. При настройке использовались функциональный генератор FY3200S, как источник входного сигнала, и осциллограф DSO5102P для контроля уровня и качества сигнала в контрольных точках усилителя.

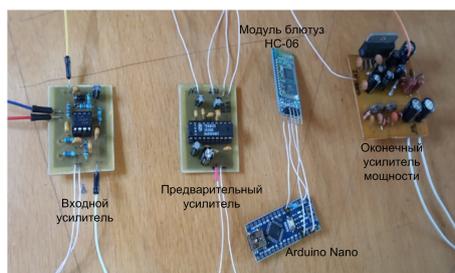


Рисунок 6. – Запаянные печатные платы усилителя



Рисунок 7. – усилителя после монтажа в корпус

**Итоги исследования:** В ходе работы над проектом был разработан, создан и испытан простой и недорогого гитарный усилитель с микроконтроллерным управлением, доступный для повторения в домашних условиях. В усилителе реализован широко востребованный эффект «Дисторшн», который способен существенно разнообразить звучание инструмента.

Особенностью разработанного усилителя является возможность дистанционного управления настройками громкости и тембра с помощью смартфона.

Благодаря использованию современной элементной базы в итоге получили работоспособную схему с хорошими техническими характеристиками, доступную для повторения начинающими музыкантами-электронщиками в домашних условиях.

#### Источники информации:

- 1) Как работает Distortion? Разработай СВОЮ примочку [Электронный ресурс] - Режим доступа: [Ссылка](#).
- 2) Stereo аудиопроцессор TDA8424, TDA8425 и Ардуино [Электронный ресурс] - Режим доступа: [Ссылка](#).
- 3) Темброблок на TDA8425 (Arduino) [Электронный ресурс] - Режим доступа: [Ссылка](#).

## Самонастраивающийся светофор

Автор:

АЛЕКСЕЕВ Никита Евгеньевич, Класс 9, ГБОУ г. Москвы  
"Школа № 2070 ул. Александры Монаховой, 107, корп. 3

Научный руководитель:

АЛЕКСЕЕВ Евгений Евгеньевич, к.т.н., в.н.с. НИЦ КИ

**Цель работы:** провести исследование возможности уменьшения размеров автомобильных пробок у перекрестков при автоматической подстройке интервалов переключения светофора.

**Задачи** исследовательской работы:

- создать действующую модель светофора с автоматической настройкой режимов переключения, используя конструктор LEGO с программируемым модулем EV3
- создать математическую модель светофора с автоматической настройкой режимов работы, для нее написать программу на компьютере и исследовать ее работу

**Актуальность и практическая значимость работы** очевидны — проблема пробок в крупных городах является важной и актуальной. Если нам удастся построить модель светофора, работа которого уменьшит длину автомобильных пробок, мы будем считать этот результат важным и полезным для большего числа жителей крупных городов.

### Описание работы.

*Создание модели светофора из конструктора LEGO и его программирование*

Для создания физической модели светофора, мы использовали конструктор LEGO с программируемым блоком EV3. На рис.1 показана модель автоматического светофра-слагбаума.

При запуске модели, слагбаум поворачивается так, что перекрывает то одну, то другую дороги с равными временными интервалами, при этом датчик обращен в сторону открытой дороги и подсчитывает число «проезжающих мимо него машин». После подсчета «проехавших машин» по дорогам 1 и 2, программа автоматически пересчитывает временные интервалы открытия для двух дорог:

$$T_1 = 2 T \cdot (T \cdot N_1 / T_1 / (T \cdot N_1 / T_1 + T \cdot N_2 / T_2)) = 2 T \cdot N_1 / T_1 / (N_1 / T_1 + N_2 / T_2)$$

$$T_2 = 2 T \cdot (T N_2 / T_2 / (T N_1 / T_1 + T \cdot N_2 / T_2)) = 2 T \cdot N_2 / T_2 / (N_1 / T_1 + N_2 / T_2),$$

где  $T$  — начальный интервал, одинаковый для двух дорог,  $T_1$  — новое значение интервала открытия дороги 1,  $T_2$  — новое значение интервала открытия дороги 2,  $N_1$  и  $N_2$  — число «проехавших» мимо датчика машин.

*Создание математической модели дороги, перекрестка и светофора*

Моделирование дороги с движущимися машинами, перекрестка и светофора мы проводили в программе на компьютере с MS Windows, используя среду программирования MS Visual Basic.

Перекресток, рис.2, моделировался в виде пересечения двух дорог, со светофором и датчиками загруженности дороги. У светофора мы выбрали два состояния работы: зеленый и красный.

Синие кружки — дорога свободна, зеленые — машина может двигаться на следующем шаге, красный — машина стоит. Движущиеся машины перемещаются вдоль стрелок на одну позицию за один шаг по времени. При моделировании интервалы появления новых машин на дорогах задаются постоянными или случайными.

Положение датчиков задавалось при начале моделирования. За указанное для них число временных шагов,  $T_d$ , датчики считают сколько раз место, на котором они установлены занято. Далее по этим данным определялась загруженность дорог и менялись интервалы светофора по формулам:

$$T_1 = 2 T \cdot N_1 / (N_1 + N_2)$$

$$T_2 = 2 T \cdot N_2 / (N_1 + N_2)$$

$N_1$  и  $N_2$  — показания датчиков за интервал  $T_d$ ,  $T$  — равномерные интервалы работы светофора.



На рис. 3 приведен пример результата расчета по нашей модели. На графике видны две характерные области, где длина пробок увеличивается (светофор работает с постоянными интервалами переключения) и уменьшается (светофор в режиме автоматической настройки). Легко заметить момент включения автоматического режима работы светофора — это момент перелома. По графику видно, что наша модель успешно работает.

#### Итоги исследования:

- в работе построена действующая модель светофора-шлагбаума с автоматическим изменением интервалов переключения из конструктора LEGO, далее в математической модели показаны недостатки этой модели - установка датчика движения рядом со светофором не позволяет правильно оценить загруженность дороги
- была создана математическая модель движения автомобилей по дороге и через перекресток со светофором с постоянными временными интервалами и с автоматической подстройкой интервалов переключения в зависимости от загруженности дорог и написана программа на компьютере, для исследования влияния работы светофора, в разных режимах его работы, на появление и уменьшения пробок
- путем математического моделирования была установлена возможность уменьшения пробок при работе светофора с автоматическим изменением интервалов переключения в зависимости от загруженности дорог
- в работе построена простая модель дороги с одной полосой и одним перекрестком, но это позволяет в дальнейшем моделировать более сложные схемы дорог и перекрестков и проводить исследования их работы
- конечно, проверить работу нашей модели реально мы не можем — движение по дорогам должно строго регулироваться из условия максимально возможной безопасности, но мы предполагаем, что небольшие корректировки режимов работы светофора на безопасность движения через перекресток не повлияют, а если можно будет уменьшить пробки, то безопасность на дорогах может только возрасти
- кроме использования датчиков, можно, например, использовать данные по загруженности дорог из таких программ, как Яндекс Навигатор, тогда светофоры следует подключать к сети интернет, но это уже другая задача

#### Источники информации:

- 1) Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах (ФГУП "РОСДОРНИИ").

#### Приложение №1:

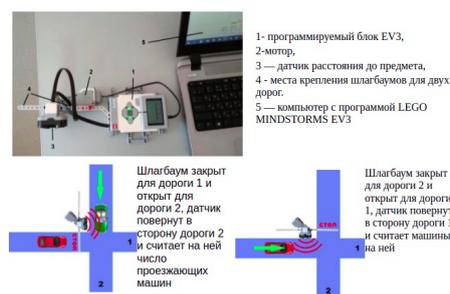


Рис 1. Модель автоматического шлагбаума

#### Приложение №2:

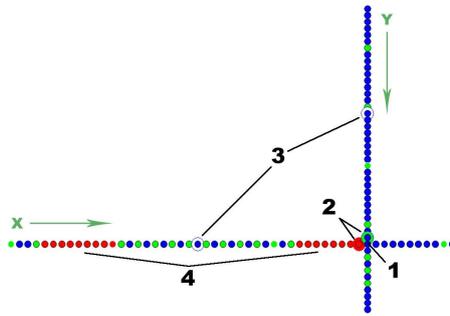


Рис 2. Модель перекрестка

Приложение №3:

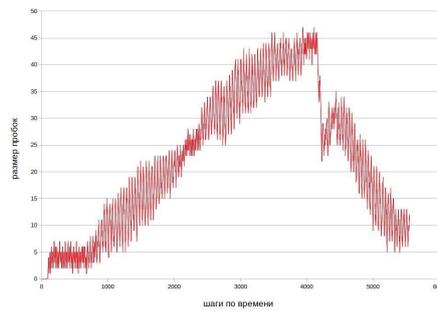


Рис. 3. Результаты моделирования работы светофора с автонастройкой

## Автоматизированные системы электроэнергетики

Автор:

БОГОЛЕЙ Богдан Евгеньевич, ГБОУ МО “Одинцовский  
“Десятый Лицей”

Научный руководитель:

ДАВЫДКИН Максим Николаевич, кандидат технических  
наук, ведущий инженер ЦДПиОП, доцент кафедры ЭЭГП НИ-  
ТУ «МИСиС»

**Цель:** Собрать робота, изучить необходимые элементы ЯП Arduino, прописать код для выполнения различных задач, создать мобильное приложение для дистанционного управления роботом, протестировать нашего робота в выполнении различных задач

**Описание работы:** Я собирал робота постепенно, изучая работу каждого модуля. Изучал посредством прописания кода. Чем больше деталей я подключал, тем сложнее и интереснее становилась моя программа. С помощью всех этих комплектующих, я реализовал огромное количество функций

**Актуальность:** Для данного проекта характерен широкий круг перспектив и направлений для дальнейшего развития. К моему роботу можно добавить множество различных модификаций для решения различных задач и проблем. К примеру: передвижные робот-будильник, робот-колонка, робот-камера, робот-сумоист, робот-гонщик и т.д.

**Итоги исследования:** Я собрал данного робота и он оправдал все ожидания, пройдя полосу испытаний.

## Проект умной автоматике для жилого помещения

Автор:

БУКРЕЙ Геннадий Евгеньевич, Иркутская область, г. Иркутск, Лицей №36 ОАО «РЖД», 7 класс

Научный руководитель:

РЕТИВЫХ Владимир Викторович, педагог дополнительного образования Лицея №36 ОАО «РЖД»

Данная работа является начальной стадией проекта системы домашней автоматике, представленной на макете жилого дома. Она включает анализ нормативных документов (ГОСТ, СанПиН, РД и др.), рассмотрение принципов действия подсистем (контроля климата, охранно-пожарной сигнализации) и актуальности их применения, обзор рынка, инженерные расчёты, разработку алгоритмов и их отладку на Arduino.

Работа написана на 25 страницах, содержит 8 иллюстраций, 5 таблиц и один листинг кода на языке C.

**Целью работы** является составление проекта аппаратно-программного комплекса системы домашней автоматике и представление его работоспособности на макете. Работа рассчитана на несколько лет.

**Задачами** для представления на конференции являются

- 1) разработка макета дома и его создание;
- 2) обзор нормативной базы в сфере систем охранно-пожарной сигнализации, понимание принципа работы шлейфов сигнализации и ППКОП;
- 3) составление упрощённого алгоритма работы ППКОП на основе технической документации и реализация его на Arduino;
- 4) обзор рынка и выбор датчиков для контроля климата.

**Актуальность** работы состоит в обучении системному подходу (пусть и в упрощённом виде), как того требуют передовые сферы производства. Ученик сперва видит цель – систему, а затем погружается в частности. Это важно, поскольку сегодня во многих сферах делается ставка на, так называемых, full-stack разработчиков.

**Новизной работы** является комплексный подход к разработке. Помимо листингов кодов и некой системы на Arduino, здесь рассматривается назначение систем, актуальность их применения, проводится анализ регулирующих документов и технической документации, а к реализации умных систем на макете предлагаются инженерные расчёты.

**Значение работы.** По задумке проект должен служить руководством пользователя, небольшим учебным пособием, охватывающим наиболее популярные потребительские технологии создания комфорта и безопасности.

## Исследование возможностей конструктора дополненной реальности spark ar studio для создания интерактивного пособия

**Автор:**

ВАСЁХО Денис Александрович, учащийся 10 «А» класса  
ГУО «Гимназия №7 г. Витебска»

**Научный руководитель:**

МИРОНЕНКО Ольга Михайловна, учитель информатики  
ГУО «Гимназия №7 г. Витебска», руководитель проекта

В фантастических фильмах мы часто видим яркие, полупрозрачные образы, которые, кажется возникают из неоткуда и позволяют даже контактировать с ними. Есть ощущения, что они парят в воздухе и их возникновение сродни работе потустороннего мира. Несколько лет назад, я исследовал возможность создания объёмных изображений в воздухе с помощью Blender 3D, Pinnacle Studio, Paint 3D и голографической пирамиды.

Все созданные мной объекты дополняли картину реального мира, но никак не могли взаимодействовать с ним.

Мне было интересно продвинуться в направлении создания некоего взаимодействия с внедрёнными в реальность объектами.

Так я столкнулся с новыми для меня понятиями VR и AR – реальностью и ресурсами, необходимыми для их создания. Проанализировав источники, я решил использовать дополненную реальность в образовательных целях – создать интерактивное пособие «Сечение многогранников».

Появилась тема моей исследовательской работы «Исследование возможностей конструктора дополненной реальности Spark AR Studio для создания интерактивного пособия».

**Объект исследования:** конструктор дополненной реальности Spark AR Studio.

**Предмет исследования:** исследовать возможности конструктора дополненной реальности Spark AR Studio на предмет использования при создании интерактивного пособия.

**Цель работы:** создать интерактивное пособие «Сечение многогранников».

**Задачи:**

- 1) ознакомиться с основными понятиями виртуальной и дополненной реальности;
- 2) разработать технологию создания объектов дополненной реальности с помощью Spark AR Studio для интерактивного пособия;
- 3) проанализировать ПО для применения в проекте;
- 4) создать интерактивное пособие по изучению способов построения сечения многогранников;
- 5) проанализировать полученные результаты.

**Актуальность:** дополненная реальность применима во всех сферах человеческой деятельности, так как обладает гарантировано сильным эмоциональным откликом. Вовлечённость и интерактивность способствует повышению запоминаемости. Технология дополненной реальности позволяет взаимодействовать с искусственным миром при помощи гаджетов.

**Методы:** теоретический метод (изучение базовых обоснований); метод гипотез (предположение о возможности создания интерактивного пособия по стереометрии), экспериментальный метод (проектирование процесса создания, методов реализации).

**Практическая значимость:** результаты работы могут быть использованы для визуализации информации с целью привлечения внимания в учебной деятельности (со стороны учителя) и для самостоятельной работы с целью закрепления материала (со стороны учащихся).

**Итоги работы над проектом:**

- 1) ознакомился с понятиями VR и AR;
- 2) изучил возможности конструктора дополненной реальности Spark AR Studio;
- 3) создал 3D модели;
- 4) разработал технологию создания интерактивного пособия с дополненной реальностью с помощью конструктора Spark AR Studio;
- 5) создал справочное пособие с элементами дополненной реальности и интерактивности;
- 6) в ходе работы, были определены перспективы дальнейшего развития проекта: продолжить работу над внедрением в пособие элементов дополненной реальности.

Данный проект может быть применён на уроках математики. Может быть полезен, как учителю для объяснения материала, так и учащимся для самостоятельной работы над темой.

Для того, чтобы воспользоваться проектом понадобится смартфон (планшет) на системе IOS или Android, при чём в большинстве случаев нет необходимости устанавливать специальное приложение для дополненной реальности, так как работа предусмотрена через QR-коды и интерактивные метки в популярной социальной сети.

Представьте, что граница между виртуальным и реальным мирами исчезла. Это даёт возможность посмотреть на привычные вещи совершенно по-новому...

Всё это можно сделать с помощью смартфона или планшета уже сейчас. Дополненная реальность изменила моё представление о работе, учёбе, играх и взаимодействии с окружающим миром.

## Создание машинки для соревнований в Robogame и нахождение оптимальных параметров её движения

Автор:

ВОРОБЬЕВ Михаил Сергеевич, учащийся 9 «Д» класса государственного учреждения образования «Средняя школа № 28 г.Бреста» отдела образования, спорта и туризма Администрации Московского района г. Бреста

Научный руководитель:

МАКОЕД Михаил Михайлович, учитель физики высшей категории государственного учреждения образования «Лицей № 1 г.Бреста имени А.С.Пушкина»

Robogame – это состязания, в которых соревнуются роботы-автомобили на специальной кольцевой трассе. Можно провести некоторую аналогию между Robogame и гонками Формулы 1, за исключением двух моментов.

- Во-первых, вместо полномасштабных гоночных болидов участвуют уменьшенные модели авто и оригинальные конструкции с габаритными и весовыми ограничениями (максимальные ШхД=25х50 см и вес до 3 кг).
- Во-вторых, вместо пилотов автомобилем управляет бортовой компьютер, который анализирует показания различных датчиков и ориентирует автомобиль на трассе, выбирает скорость движения, предотвращает столкновения с препятствиями и соперниками. Собственно “поведение” авто на трассе определяется управляющей программой бортового компьютера.

Прежде чем собрать автомобиль, я детально изучил требования и условия проведения соревнований Robogame. Существует два классических вида заездов:

- 1) движение по черным линиям
- 2) кольцевые трассы, огражденные бортами

Именно вид заезда и отвечает на главный вопрос – какой автомобиль строить и какие электронные компоненты использовать при конструировании машинки.

За основу для проведения исследования была взята модель машинки на радиоуправлении. Это один из простых вариантов, так как в радиоуправляемой машинке есть готовый поворотный механизм, амортизаторы, сама платформа под электронику и т.д. Все электронные компоненты можно поделить на несколько частей: рулевое управление, управление мотором, инфракрасные датчики и микроконтроллер.

Общий принцип работы машинки робота следующий: Если объяснить простыми словами, то, как только перед центральным инфракрасным датчиком (то есть дальномером) возникает препятствие, микроконтроллер снижает количество оборотов двигателя вплоть до его остановки, а правый и левый дальномеры отвечают за изменение положения сервопривода – за повороты рулевых колес.

Причина выбора темы – это желание создать управляемую машину и принять участие в соревнованиях машинок – роботов.

**Предметом** исследования является устройство управляемой машины. В процессе работы над данной темой пришлось изучить много вопросов, связанных с рулевым управлением автомобиля. Изучить устройство и принцип работы электродвигателя. Разобраться в принципах работы инфракрасных датчиков и микроконтроллеров. Все эти вопросы далеко выходят за рамки школьной программы.

**Задачами** научно-исследовательской являются изготовление управляемой гоночной машинки и нахождение оптимальных режимов ее работы.

**Цель работы** – это принять участие в соревнованиях Robogame с собственным автомобилем. Своей цели я добился. Создал свою машинку и принял участие в соревнованиях Robogame, которые прошли в города Минске и Бресте.



Robogase – это про будущее. Нравится вам это или нет, автономные автомобили – те, которые управляют собой сами без участия человека в режиме реального времени, – собираются стать большой частью будущего на дорогах мира.

Оглянитесь назад на самое начало автоспорта, в середину XIX века. Первая цель состояла в том, чтобы доказать концепцию – что автомобили могут быть надежными и безопасными. А потом родились соревнования, чтобы посмотреть, кто может произвести лучшую машину и ехать быстрее всех.

Это случай, когда история повторяется для беспилотного автомобиля. Robogase является первой платформой, заявляющей аналогичные цели: во-первых, доказать, что технология безопасна, а потом создать соревнование, чтобы увидеть, кто окажется самым быстрым.

**Источники информации:**

- 1) *Кабардин О.В.* «Справочник по физике»;
- 2) *Слободянюк А.И.* «Магнитостатика. Электродинамика. Теория колебаний»;
- 3) *Демирчян К.С.* «Теоретические основы электротехники. Том 1»;
- 4) *Сивухин Д.В.* «Электричество и магнетизм»

## Автоматизированная система сцепки вагонов с локомотивом

Авторы:

ГЛУЩЕНКО Дмитрий Евгеньевич, ПЛОТНИКОВ Михаил Игоревич Ученики общеобразовательной школы г. Лиски №12 и №4 а также воспитанники Юго-Восточной детской железной дороги

Научный руководитель:

МЁДОВ Владимир Владимирович, мастер производственного обучения Юго-Восточной детской железной дороги

**Задачей проекта**, было облегчить трудовую нагрузку на машиниста маневрового локомотива при выполнении маневровых работ на станции.

Сцепка локомотива и вагонов является самым распространенным маневром на железнодорожном транспорте.

У человека выполняющего ежечасно, ежедневно, неделю за неделей одну и ту же рутинную работу притупляется внимание, что может привести к браку в работе, наносящем транспортной системе значительные убытки.

Система автоматической сцепки призвана облегчить и обезопасить труд машиниста локомотива.

Обеспечить сохранность вагонного парка и исключить травмирования работников и пассажиров, находящихся при манёврах в вагонах.

При исследовании проблематики маневрового движения мы опирались на факты браков в работе, описанные в служебных записках и телеграммах компании, инструкций по маневровой работе, а так же в личных беседах с машинистами локомотивов.

На сегодняшний день наша разработка является **актуальной**, так как аналогов в железнодорожной транспортной системе пока нет, а плюсов от её использования довольно много.

**В итоге нашей работы** мы получили прототип недорогого устройства способного облегчить трудовую нагрузку на машиниста обеспечить сохранность вагонного парка и исключить травмирования работников и пассажиров, находящихся при манёврах в вагонах.

Вот его схемы и коды.

Код программы: [Ссылка](#)

Схема: [Ссылка](#)

Модель локомотива напечатанного на 3D принтере:

[Ссылка](#)

[Ссылка](#)

[Ссылка](#)

### Источники информации:

- 1) Д. Бокселл Изучаем Arduino 2013 г.
- 2) Амперка Конспект хакера 2015 г., АСКОН Азбука КОМПАС 3D 2013 г.
- 3) Нотик З.Х. Тепловоз ЧМЭЗ 1996 г.



## Система голосового управления «умным домом»

**Автор:**

ГРЕКОВ Егор Витальевич, обучающаяся очно-заочной школы «ДОНМАН», секция «Электроника, приборостроение и робототехника», г.Донецк, ДНР.

**Научный руководитель:**

КУЗНЕЦОВ Дмитрий Николаевич, к.т.н, доцент кафедры «Электронная техника» ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

**Аннотация.** Представленная система умного дома построена на базе голосового помощника «Алиса» с искусственным интеллектом, который обеспечивает высокую достоверность распознавания команд, имеет широкий функционал и мультиплатформенность. Разработан 3д дизайн, электронная начинка, программный код головного модуля и исполнительных устройств.

**Ключевые слова:** умный дом, искусственный интеллект, голосовой помощник, достоверность, 3д дизайн, электронная начинка, программный код.

В настоящее время люди всё больше хотят себе умный дом. Но цены на промышленные продукты для организации умного дома очень высоки, и они, к тому же, имеют ряд существенных недостатков. Как правило, каждое устройство подключается к домашнему WI-FI роутеру и сильно нагружает его, а представленная система позволяет этого избежать. Для промышленного варианта требуется существенная переделка домашней электропроводки и постоянное соединение с интернетом, а разработанная система может обходиться без интернета и просто интегрируется в электросеть.

**Принцип работы.** Пользователь даёт голосовому помощнику «Алисе от Яндекс» команду, например: «Алиса, включи свет!». Команда поступает на сервер «Домовёнок Кузя», затем на наш MQTT сервер и далее на домашний WI-FI роутер. Затем сигнал принимает в головном модуле Wi-Fi микроконтроллер WeMos D1 mini на чипе ESP8266, а он в свою очередь даёт команду на радиочастотный модуль JDY-40. В итоге исполнительные устройства получают по радиоканалу команды и включают соответствующие нагрузки потребителя

Авторский дизайн головного модуля и исполнительных устройств разработан и смоделирован в программе 123D Desing. Печать корпусов выполнена на 3D принтерах Delta Aноscubic Kossel и Creality Ender-3 пластиком PETg. Печать «Умной розетки» заняло 1 час 28 мин и по стоимости составило 72 рубля. Печать приставки для управлением люстрой заняло 1 час 4 мин, а по стоимости - 52 рубля.

**Новизной разработки** является способ управления исполнительными устройствами. Предложенная система не нагружает домашний WI-FI роутер, т.к. использует для управления MQTT сервер и радиомодули.

**К достоинствам разработки** следует отнести простоту интеграции системы в домашнюю электропроводку и отсутствие необходимости переделок в доме. При выходе из строя любого модуля можно быстро и недорого заменить его. Система построена на базе стандартных модулей и программного обеспечения с открытым исходным кодом, что позволяет легко ее усовершенствовать путем написания своих прошивок.

**Практическая значимость:**

- 1) Предложенная система не нагружает домашнюю Wi-Fi сеть и обеспечивает высокую достоверность распознавания голосовых команд.
- 2) Система просто интегрируется в электросеть и имеет большой потенциал модернизации.
- 3) Система способна облегчить жизнь людей с ограниченными возможностями.

**Источники информации:**

- 1) Всё про MQTT сервер и примеры кода [Электронный ресурс] [Ссылка](#).



## Сельскохозяйственный беспилотный летательный аппарат

Автор:

ГРОМОВ Андрей Александрович, МАОУ «Лицей №4» (ТМОЛ) г. Таганрог Ростовской области, 9 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

ПАВЛОВ Дмитрий Владимирович, специалист по учебно-методической работе Института радиотехнических систем и управления ЮФУ г. Таганрог Ростовской области

**Цель проекта:** изучение Мирового и Российского рынка сельскохозяйственных беспилотных летательных аппаратов и проектировании БПЛА.

**Задачи:**

- 1) Изучение различных источников информации по данной теме.
- 2) Исследовать структуры СХБПЛА.
- 3) Оценка развитости этой отрасли.
- 4) Разработка СХБПЛА.
- 5) Сравнение с аналогами.

**Научная новизна** данной темы заключается в том, что такое оборудование ускоряет развитие сельского хозяйства, значительно упрощает работу и экономит достаточно человеческого времени, но импортное оборудование имеет большую цену.

**Практическая значимость.** В проекте проведена разработка СХБПЛА, отличающегося от аналогов тем, что имеет меньшую цену, но является вполне эффективным. По результатам проведенных исследований предложенная мною комплектация может способствовать развитию СХБПЛА в малом и среднем сельскохозяйственных бизнесах, особенно в районах рискованного земледелия, что позволит увеличить эффективность и экономность обработки полей, посевов, участков, садов и других сельхозугодий.

**Описание работы.** Основное содержание работы – исследование способов использования СХБПЛА во всём мире, изучение крупнейших конгломератов и их отношении к СХБПЛА, сравнение этой отрасли в России, то есть нахождение российских агрокомпаний, которые занимаются предоставлением сельскохозяйственных услуг на основе БПЛА, и непосредственно сама разработка СХБПЛА, в которую входит поиск, сравнение и выбор предрасположенных для поставленных задач на мой взгляд деталей, производство расчётов и вывод.

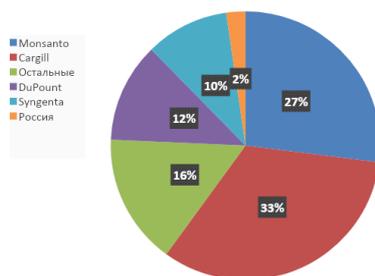


Рис. 1. Процентное соотношение крупных промышленных конгломератов

Табл. 1. Модели использования СХБЛА в точном земледелии

Модель использования	СХБЛА	ПО
«Свой дрон, внешнее ПО»	Дрон покупается в собственность фермера	Внешнее ПО/ПО как услуга Или интегрированное ПО на базе самого дрона
«Дрон как услуга»	Дрон как услуга + ПО как услуга. Услуги оказывает оператор флота дронов	
«Экономка всего хозяйства как услуга»	Все данные необходимые для принятия решений, как наземные, так и наземные, из разных источников; аналитика по всей экономике хозяйства предоставляются как услуга по подписке.	

Источник: Tsou & Partners Consulting

Рис. 2. Модели использования СХБПЛА в точном земледелии

Предмет	Вес	Предмет	Потребление/ёмкость
Двигатели	4,6кг	АКБ	44 Ампера
АКБ	10кг	Двигатели	84 А/ч 42 А- 30 минут
Рама	≤6кг	Остальная аппаратура	≤ 2 А
Итого	≈21кг		

Предмет	Цена
Рама	76 тыс. руб.
АКБ	160 тыс. руб.
ПК	6 тыс. руб.
GPS модуль	2,5 тыс. руб.
Аппаратура управления	20 тыс. руб.
Приёмник	2,5 тыс. руб.
Моторы	155,5 тыс. руб.
Винты	53,5 тыс. руб.
ESC	14 тыс. руб.
Итого	489 тыс. руб.

Рис. 3. Расчёт «сухого веса», потребления ресурсов и цены.

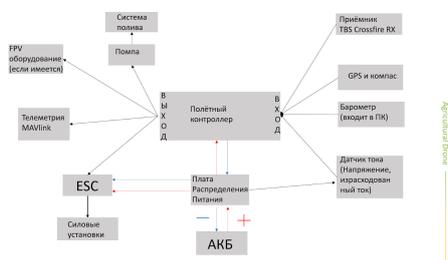


Рис. 4. Схема работы аппаратуры СХБПЛА

**Итоги исследования:** на сегодняшний день, по результатам проведённой работы, отрасль СХБПЛА, конкретно в случае России, развита только в направлении получения мультиспектральных изображений, что подтверждает актуальность данной темы. На мой взгляд, моя разработка является аналогом импортных образцов СХБЛА, выгодным решением для малого и среднего сельскохозяйственного бизнеса, и необходимым звеном в развитии сельского хозяйства, особенно районах рискованного земледелия.

**Источники информации:**

- 1) Аппаратура управления RadioMaster: [Ссылка](#)
- 2) Атлас дронов J'son&Partners consulting: [Ссылка](#)
- 3) Бизнес расследование от ИД«Коммерсантъ»: [Ссылка](#)
- 4) Магазин T-MOTOR: [Ссылка](#)
- 5) Магазин аккумуляторов: [Ссылка](#)
- 6) Оф. Сайт SenseFly: [Ссылка](#)
- 7) Оф. Сайт дистрибьютора Dji: [Ссылка](#)
- 8) Постановление от 3 февраля 2020 года: [Ссылка](#)
- 9) Российские агрокомпании: [Ссылка](#)

## Автоматизированная система предупреждения распространения открытых очагов возгорания

Авторы:

ДАВШИЦ Семён Анатольевич, САФОНОВ Иван Александрович ГБОУ Школа № 1537, г. Москва, 11 класс инженерного профиля

Научный руководитель:

МИНЧЕНКО Михаил Михайлович, к.э.н., учитель информатики ГБОУ Школа № 1537, г. Москва

**Цель работы** – разработка интеллектуальной системы (ИС) в форме программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего автоматизацию своевременного обнаружения очагов возгорания на контролируемой территории (участки открытой местности, лесные массивы, малоэтажные населенные пункты и т.п.) с автоматизированным вычислением координат сектора возникновения возгорания и возможностью передачи информации о происшествии в диспетчерскую службу МЧС России.

**Актуальность** разработки определяется большим количеством лесных пожаров, возникающих на территории России: в 2018 г. зарегистрировано более 10 тыс. лесных пожаров, ущерб для бюджета страны от которых составляет около 3 млрд. руб. Необходимость автоматизации в рассматриваемой сфере подкрепляется государственной "Концепцией развития робототехнических систем специального назначения в системе МЧС России до 2030 года". Обнаружение лесного пожара традиционно осуществляется при авиационном и наземном патрулировании лесов, наблюдении с помощью пожарно-наблюдательных пунктов, по снимкам с искусственных спутников Земли. Перечисленные способы обладают такими недостатками, как высокая стоимость и сложность организации процесса наблюдения.

**Методологическую основу** реализации ИС составляет принцип обнаружения очага возгорания через улавливание волн инфракрасного (ИК) излучения (пламени соответствуют волны от 0,75 до 100 мкм в инфракрасном диапазоне). В основу программно-аппаратной реализации положен принцип пространственного сканирования местности посредством четырех комплексов инфракрасных фотодиодов, установленных на условные возвышенности ("башни"). Опоры башен с ИК-фотодиодами на подвижной площадке устанавливаются по углам участка контролируемого пространства.

**Функционирование ИС** реализуется по следующей общей схеме:

- датчики, управляемые микроконтроллером, сканируют пространство контролируемой территории;
- на основе полученных данных управляющий центр на базе микроконтроллера обеспечивает:
  - считывание и обработку данных аппаратного комплекса;
  - вычисление координат сектора возникновения очага возгорания (с использованием геометрического анализа и тригонометрических функций);
  - звуковое либо визуальное оповещение о возникновении очага возгорания и его параметрах.

**Аппаратная часть прототипа ИС** включает в себя:

- управляющий центр – реализован на основе платы Arduino Mega: обеспечивает управление сервоприводами, сбор данных с датчиков, расчетно-вычислительную обработку получаемых данных, определение пиковых значений ИК-излучения для более точного определения местоположения, принятие решений и передачу обработанных данных;
- инфракрасные фотодиоды с чувствительностью для волн с излучением 940 Нм – используются в качестве датчиков, предоставляющих исходные данные;
- сервоприводы Feetech FS90R – для управления поворотами датчиков;
- RGB-светодиодная лента – для вывода текущих параметров пространства контролируемой территории, информации об обнаруженном очаге возгорания.



Для повышения точности мониторинга, устранения боковых засветов и сужения угла обзора датчики были оснащены "шорами". "Шоры" выполнены при помощи аддитивной технологии с использованием 3D-принтера.

Управляющие программы ИС написаны на Си-подобном языке для Arduino. Координаты очага возгорания определяются в соответствии со следующими расчетными формулами:  $\delta = (180 - (180 - \beta_1 + \alpha))$ , по теореме синусов:  $AB = l \sin \beta / \sin \delta$ ,  $x = AB \cos \alpha$ ,  $y = AB \sin \alpha$ , где  $\alpha, \beta$  — углы поворота опорных башен,  $l$  — расстояние между опорными башнями;  $x, y$  — искомые координаты

### Особенности реализации

На базе вышеописанной технической основы разработанные программы обеспечивают поддержку следующих функций: управление подвижными опорами ИК-фотодиодов; анализ входящих данных; вычисление координат сектора очага возгорания; вывод информации для пользователя.

Основные **технологические особенности** программно-аппаратной реализации ИС:

- при управлении сервоприводами в программном коде предусмотрена реализация сканирующих движений, а также фиксация угла поворота при обнаружении возгорания;
- данные датчиков приходят на цифровые входы со значениями 1, в случае обнаружения возгорания, и 0 при отсутствии такового;
- принятые данные программа анализирует с целью вычисления: среднего (естественного) фонового уровня ИК-излучения; возможных пиковых значений и сравнения их с полученными фоновыми значениями для определения угла очага возгорания; координат очагов возгорания по данным от двух датчиков и с применением тригонометрических функций; возможных погрешностей.

Для повышения наглядности функционирования ИС выполнена реализация визуализации происходящих внутри системы процессов – таких, как сканирование местности и вычисление точных координат очагов возгорания. Визуализация выполнена на основе самостоятельно разработанной программы, получающей сигналы от управляющего центра с графическим отображением в режиме реального времени построенной карты очагов возгорания и происходящих процессов. Программа визуализации написана на языке Python с использованием необходимых библиотек и выполняется на компьютере, оснащенный модулем передачи данных.

**В результате** создан прототип автономной ИС, позволяющей оперативно обнаружить факт возгорания на открытом пространстве и определить координаты очага – практически на любой местности. Его неоспоримым преимуществом является простота организации, и как следствие, ее невысокая относительно существующих аналогов стоимость.

**В качестве перспективных направлений** совершенствования ИС могут быть выполнены:

- аппаратное улучшение работы ИК-датчика для повышения помехоустойчивости и увеличения дальности обнаружения очага возгорания;
- программная реализация определения географических координат (по долготе и широте) очага возгорания с наложением проекции очага возгорания на карту местности;
- улучшение визуализации внутренних процессов.

### Источники информации:

- 1) Концепция развития робототехнических систем специального назначения в системе МЧС России до 2030 года.
- 2) *Петин В.* Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014.
- 3) *Саммерфилд М.* Python на практике / Пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс, 2016.
- 4) *Семенов Б.Ю., Шелестов И.П.* Путеводитель в мир электроники. – М.: Солон-Пресс, 2004.
- 5) *Соммер У.* Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freedom. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
- 6) *Arduino, датчики и сети для связи устройств.* / Пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015.

Видеоролик по проекту: [http://www.lit1537.ru/gorod2020/davshits\\_safonov/](http://www.lit1537.ru/gorod2020/davshits_safonov/)



## Двухфакторная аутентификация (2FA) для безопасности учетной записи

Автор:

ЕНГАЛЫЧЕВ идрис рустамович, Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Республики Крым

Научный руководитель:

ИБРАИМОВА елена ремзиевна, учитель информатики Республики Крым, педагог дополнительного образования ГБОУ ДО РК «МАН «Искатель»

**Актуальность темы исследования.** Безопасность в интернете - не то, чем можно пренебрегать. Защиты не может быть много, поэтому все чаще крупные интернет-сервисы вводят у себя систему двухфакторной аутентификации. Если используемый нами сервис содержит важные для нас данные и позволяет включить двухфакторную аутентификацию, необходимо активировать ее не раздумывая! Тем не менее, люди не всегда пользуются предоставленной им возможностью. Чтобы исправить это недоразумение, разберемся, что такое двухфакторная аутентификация, зачем она нужна и как работает.

**Цель работы** - ознакомиться с видами двухэтапной защиты и научиться подключать двухфакторную аутентификацию к своему аккаунту.

Изучены все, существующие на данный момент, виды двухэтапной защиты и выбран наиболее продвинутый метод 2FA через ПО, который набирает популярность.

## Как собрать 3D-принтер своими руками и подключить к домашней WiFi сети.

**Автор:**

ЕФРЕМОВ Артем Сергеевич, МБОУ СОШ № 31 г. Мытищи Московской обл.

**Научный руководитель:**

ХОХЛОВ А. Н., МБОУ СОШ № 31 г. Мытищи Московской обл

### Цель проекта:

Получить новые знания о принципах работы 3D-принтеров, о использовании их как в быту, так и в различных сферах деятельности человека, удовлетворить любопытство, попробовать свои силы и, наконец, собрать бюджетный вариант 3D-принтера самостоятельно. Научиться печатать различные изделия, пользуясь как готовыми 3D-моделями, так и научиться создавать их самому и подключить 3D-принтер к домашней WiFi сети.

### Основная идея:

Изучая научную литературу по этой проблеме автор не заметил ее систематического освещения, кроме некоторых нюансов создания, развития и применения 3D-принтеров. В работе изложено не только теоретическое осмысление, но и практическая реализация 3D-технологий и создания самого 3D-принтера. Для тех, кто хочет иметь такой чудо-агрегат дома, открывающий потрясающие перспективы, такие как что-то придумать, нарисовать и получить придуманную деталь в материальном воплощении эта работа будет интересна. Самостоятельная сборка 3D-принтера обойдется ему намного дешевле, чем покупка готового 3D-принтера в магазине.

**Актуальность, новизна и практическая значимость** сделали выбор темы проекта – «Как собрать 3D-принтер своими руками». Автор решил собрать его для себя и поделиться своими знаниями и опытом с остальными.

Были определены следующие **задачи**:

- Разобраться, что такое 3D-принтер.
- Узнать, как он работает.
- Научиться управлять им самостоятельно.
- Узнать, где уже используются 3D-принтеры?
- Узнать, что ученые думают о будущем использовании 3D-принтеров.
- Создать свой собственный 3D-принтер.
- Определить есть ли риски для здоровья при использовании 3D-принтера?
- Описать меры предосторожности, которые необходимо соблюдать при использовании 3D-принтера.
- Сделать выводы из полученной информации.

### Краткое описание проекта.

Основное содержание данного проекта: что представляет собой 3D-принтер, как он устроен и принципы его работы, легко ли им управлять и обслуживать, где используются людьми эти устройства. Автор отвечает на эти вопросы и рассказывает о применении этого устройства в таких сферах деятельности человека, как медицина, архитектура и строительство, образование, дизайн и реклама, наука. Автором дается экологическое обоснование проекта, ведутся рассуждения о вреде и пользе этого устройства.

Приводятся основные параметры 3D-принтера. Автор подробно рассказывает о том, как провести сборку этого устройства (сборка механической части, каркаса, каретки для нагревательной платформы, кареток оси X, установка двигателей, установка ремней, концевиков) и, наконец, электроники. Автор рассказывает о дальнейшей эксплуатации 3D-принтера, об установке программного обеспечения, установке Repetier host, базовой настройке слайсера, калибровке платформы, загрузке и слайсинге 3D-моделей и 3D-печати.

Автор с огромным интересом, работал над этим проектом, познакомился с литературой и публикациями на эту тему, изучил рынок и сделал экономическое обоснование проекта. И понял, что



выгоднее собрать самому, чем купить готовый 3D-принтер. К тому же есть больший интерес собрать его своими руками, получить опыт работы с Arduino. Он не только собрал самостоятельно 3D-принтер, настроил его. Автор стал распечатывать готовые модели, расширил свой кругозор, узнал много нового. Меня поразили невероятные идеи ученых о том, как можно будет использовать 3D-принтеры в будущем. Появился интерес изучить программу, с помощью которой можно самому создавать модели и распечатывать их. Автор почувствовал себя и художником, дизайнером, модельером, и инженером, и даже ученым!

Автор решил также подключить 3D-принтер к домашней WiFi сети как составную часть умного дома.

Автор пришел к **выводу**, что прогресс уже не остановить и будущее за 3D-печатью, 3D-принтеры перевернут жизнь всего человечества! И уж точно войдут в жизнь многих последователей этого проекта! Не нужно только забывать о технике безопасности и своем здоровье, а также здоровье окружающих людей, да и экологической обстановке в целом. Надо всегда помнить о том, что «Наша планета – наш дом».

#### Источники информации:

- 1) *Иванов, В.П.*, Трёхмерная компьютерная графика / Под ред. *Г.М. Полищука*. - М.: Радио и связь, 1995. - 224 с.
- 2) *Ли, Дж., Уэр, Б.* Трёхмерная графика и анимация. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2002. - 640 с.
- 3) *Слюсар, В.И.* Фаббер-технологии: сам себе конструктор и фабрикант. - Конструктор. - 2002. - № 1.- С. 5 - 7.
- 4) *Слюсар, В.И.* Фаббер-технологии. Новое средство трехмерного моделирования. - Электроника: наука, технология, бизнес. - 2003. - № 5.- С. 54 - 60.
- 5) *Слюсар, В.И.* Фабрика в каждый дом. Вокруг света. - № 1 (2808). - Январь, 2008. С. 96 - 102.
- 6) *Снук, Г.* 3D-ландшафты в реальном времени на C++ и DirectX 9. - 2-е изд. — М.: Кудиц-пресс, 2007. — 368 с.
- 7) *Херн Д., Бейкер М.П.*, Компьютерная графика и стандарт OpenGL. - 3-е изд. - М.: Вильямс, 2005. - 1168 с.
- 8) *Энджел, Э.* Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2001. - 592 с.
- 9) [www.ru.wikipedia.org](http://www.ru.wikipedia.org)
- 10) [www.3dashnik.ru](http://www.3dashnik.ru)
- 11) [Ссылка Наука и Технологии](#)

## Школьная IoT система «Олег»

## Авторы:

БОРИСОВ М.В., ШИРЯЕВ И.А., ЗАКОВА А.О., Гимназия им. Е. М. Примакова Московская обл. , Одинцово, Россия

## Научный руководитель:

ЦИН Пётр Яковлевич, Учитель информатики Гимназия им. Е. М. Примакова

Главная цель проекта, создать доступную и удобную систему для оповещения преподавателей в гимназиях с большим количеством детей, в которых часто существует проблема контакта детей и учителей. С этим прекрасно справится наш проект, основанный на Raspberry Pi3. Продукт оснащен мощной HD камерой, которая задействована в новейшей системе распознавания лиц - OpenCV.

Устройство устанавливается в классе, и в отсутствие преподавателя, любой ребенок сможет написать сообщение или пригласить учителя. Мы загрузили базу фотографий гимназистов и обучили с помощью нейросети нашу систему, подключив все к Telegram боту. IoT система "Олег" при обращении ученика, автоматически отправляет в личные сообщения Telegram учителя фотографию и аудио сообщения с пометкой ФИО ученика.

В нашей гимназии есть база фотографий почти каждого ученика, поэтому мы задействовали ее. Самой основной задачей распознавания лиц, конечно же, является «Определение лица». Прежде всего, нам нужно должны «захватить» лицо, чтобы распознать его, по сравнению с новым лицом, захваченным в будущем.

Наиболее распространенным способом обнаружения лица (или любых объектов) является использование Классификатор Хаар Каскад.

Каскад Хаара — способ обнаружения объектов на изображении, основанный на машинном обучении, идея которого была предложена в статье за авторством Пола Виолы (Paul Viola) и Майкла Джонса (Michael Jones). Обученный каскад Хаара, принимая на вход изображение, определяет, есть ли на нем искомый объект, т.е. выполняет задачу классификации, разделяя входные данные на два класса (есть искомый объект, нет искомого объекта). Собственно сам алгоритм работы сводится к тому что есть Признак Хаара (набором прямоугольных областей) которые проходят по изображению и находят искомый объект.

Что бы распознать лицо надо собрать базу этого лица и обучить алгоритм. Для простоты эксперимента мы напишем код который будет искать лицо в видеопотоке с камеры и сохранять его в папку.

**Итоги:** Нами было собрано, запрограммировано, протестировано, обучено устройство, которое сможет улучшить жизнь, как и наших учителей, так наших товарищей школьников.

IoT система "Олег это первый шаг к автоматизации школьного пространства. Потенциал нашего устройства огромен, в дальнейшем, мы планируем расширить функционал, провести ряд модификаций, одна из которых - это интеграция и внедрение продукта в школьную СКУД систему. Устройство разрабатывалось с возможностью дальнейшей реализацией его в близлежащих школах - после проведения финальных тестирований, планируется поставить 2 рабочих образца в АНО "Павловская Гимназия".

Устройство единственное в своем роде и не имеет аналогов на рынке

**Источники информации:**

- 1) <https://github.com>
- 2) <https://amperka.ru>
- 3) <https://opencv.org>
- 4) <https://tlgrm.ru/docs/bots>
- 5) <https://www.tinkercad.com/learn/designs>

## Компактное программируемое устройство RFID (КПУ - RFID)

Автор:

ЗОТОВ Егор Андреевич, ГАОУ МО «ЛНИИП»

### Краткое описание:

Компактное устройство с индикатором считывания ID высокочастотной карты при прикладывании карты к панели. Если ID карты нет в базе данных, то загорается красный светодиод, если есть - то зеленый светодиод. База данных хранится в памяти микроконтроллера (МК) (допустимое количество до 200 номеров на одном МК). Вывод результата работы может отображаться на телефоне, ПК, планшете, подключенным через Bluetooth.

**Назначение устройства:** Идентификация пользователей при помощи RFID меток (карточек)

### Реализованные методы:

- 1) Считывание уникального ID (UID) с высокочастотной карты пользователя
- 2) Поиск UID в базе данных
- 3) Добавление UID в базу данных
- 4) Удаление UID из базы данных
- 5) Прием и передача информации по Bluetooth соединению
- 6) Защита от повторной записи, переполнения
- 7) Хранение данных карт в энергонезависимой памяти устройства
- 8) Подсчет количества считываний известных карт

### Основные электронные компоненты:

- Микроконтроллер AtMega328
- Bluetooth модуль HC-06
- Высокочастотный модуль RFID-RC522

### Практическая значимость:

- Создание пропускной системы
- Создание систем вида «умный дом»
- Использование в образовательных целях
- Сбор показателей активности человека с помощью КПУ
- Помощь космонавту во время, начале или конце работы (например: настройка освещения, отчет по времени работы и пр.)

### Сравнение с аналогами

- относительно дешево в сборке
- может быть перепрограммируемо на нужды организации (например, анализ показателей и вывод результата на дисплей или на индикатор, подключение сервопривода, реле и т.п.)



## Программируемый бюджетный портативный IC-автомат для диагностики и проверки логики цифровых микросхем

Автор:

ИВАНОВ Михаил Сергеевич, Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы "Школа № 1538 10 Д класс Инженерного профиля

Научный руководитель:

ФРОЛОВ Михаил Ильич, зав. кафедрой инженерной пред-профессиональной подготовки, д.т.н., проф., почетный работник высшего профессионального образования РФ; учитель робототехники и педагог дополнительного образования ГБОУ Школы № 1538

**Цель работы:** Цель проекта – разработка программируемого бюджетного портативного электронного IC-автомата для определения маркировки, состава и работоспособности цифровых микросхем с построением таблицы истинности и временной диаграммы (при подключении к компьютеру), который может быть применен на уроках проектной деятельности в 10 – 11-х классах и на занятиях дополнительного образования по схемотехнике в 7 – 9-х классах, а также в колледжах и вузах.

**Задачи:**

- 1) Составление дорожной карты проекта и списка необходимых ресурсов.
- 2) Анализ существующих решений.
- 3) Ознакомление с микросхемами цифровой логики.
- 4) Разработка и программирование бюджетного портативного электронного IC-автомата для диагностики и проверки логики цифровых микросхем с построением таблицы истинности и временной диаграммы.
- 5) Апробация на уроках проектной деятельности в 10 – 11-х классах и на занятиях дополнительного образования по схемотехнике в 7 – 9-х классах.
- 6) Анализ полученных результатов.

**Актуальность проекта.** В отличие от IC-тестеров приложение[1], IC-автомат дешев, позволяет определять состав микросхемы и её логику, с построением таблицы истинности и выводом временной диаграммы, а также подходит для обучения – ознакомления с микросхемами цифровой логики.

**Практическая значимость.** IC-автомат пригодится в учебной деятельности. Учащиеся школ, колледжей и вузов смогут дополнять базу тестируемых микросхем, микросхемами предоставленными учебным заведением, и использовать IC-автомат при: разработке собственных электронных Схем, тестировании отдельных частей микросхемы (Логических вентилях) и при анализе микросхем утративших свою маркировку или своё описание.

**Описание работы.** Сначала был разработан программируемый IC-автомат для диагностики и проверки логики цифровых микросхем с построением таблицы истинности и временной диаграммы на основе платы Arduino UNO и безопасной макетной платы.

Для начала на этом IC-автомате была протестирована микросхема CD4069UBE (российский аналог – КР1561ЛН1), состоящая из шести инверторов с выводом таблицы истинности в монитор последовательного порта (СОМ-порта) приложения Arduino IDE. В результате была получена таблица истинности, содержащая все возможные комбинации входных переменных и соответствующие им значения на выходе.

Затем была протестирована микросхема CD4011BE (КР1561ЛА7), состоящая из 4-х вентилях 2NAND. Далее тестировалась микросхема CD4012BE (КР1561ЛА8), состоящая из 2-х вентилях 4NAND.

После была протестирована микросхема CD4013BE (КР1561ТМ2), состоящая из двух D-триггеров. Для этого был разработан программируемый IC-автомат на основе платы Arduino NANO. При этом была составлена программа тестирования микросхемы CD4013BE (КР1561ТМ2), которая, помимо таблицы истинности, формирует прямоугольные сигналы входа (данных – D и синхронизации –

С) с регистрацией сигналов выхода (Q и инверсного Qn) и отображением временных диаграмм в плоттере COM-порта Arduino IDE.

Затем был разработан портативный электронный IC-автомат для диагностики и проверки логики цифровых микросхем с построением таблицы истинности и временной диаграммы (при подключении к компьютеру). Автомат собран на безопасной макетной плате и состоит из: платы Arduino NANO, DIP-панели для вставки микросхемы, OLED-дисплея и LiPo-аккумуляторной батареи на 3,7 В.

### Итоги Проекта:

- 1) Проведено обоснование актуальности проекта, сформулированы цель и задачи по достижению этой цели.
- 2) Составлена дорожная карта проекта и список необходимых ресурсов для его реализации.
- 3) Разработан IC-автомат, а также ПО для его функционирования.
- 4) Проведен анализ существующих серийных и самодельных IC-тестеров, показавший преимущества разработанного в данном проекте IC-автомата.
- 5) Проведена апробация разработанного в проекте IC-автомата на уроках проектной деятельности в 10 – 11-х классах, на занятиях дополнительного образования по схемотехнике в 7 – 9-х классах.

### Источники информации:

- 1) Кириченко П.Г. Цифровая электроника для начинающих. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019.
- 2) The Home of SmartSim. – Режим доступа: <https://smartsim.org.uk/index.php?page=downloads> – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 17.10.2020).

### Приложение №1: Ссылки на аналоги IC-автомата

- 1) Тестер цифровых микросхем IC тестер TSH-06F. – Режим доступа: [Ссылка](#) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 7.10.2020).
- 2) Тестер микросхем. – Режим доступа: [Ссылка](#) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 8.10.2020).
- 3) Smart IC Tester. – Режим доступа: [Ссылка](#) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 10.10.2020).
- 4) Как сделать тестер микросхем своими руками? – Режим доступа: [Ссылка](#) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 12.10.2020).
- 5) Мульти-тестер на Arduino своими руками. – Режим доступа: [Ссылка](#) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 14.10.2020)
- 6) Тестер микросхем на ATmega32. – Режим доступа: [Ссылка](#) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения 14.10.2020).

Наименование устройства	Преимущества	Недостатки
IC-тестеры серийного изготовления.	Определяют маркировку микросхемы и ее исправность в пределах прошитой базы данных.	1. Стоимость от 4000 до 50000 руб. 2. Отсутствует возможность расширения базы данных микросхем. 3. Не дает информации о входящих в микросхему логических элементах, таблице истинности и временной диаграмме.
Самодельные IC-тестеры.	1. Стоимость от 1000 руб. 2. Определяет маркировку микросхемы и ее исправность в пределах прошитой базы данных. 3. Есть возможность расширения базы данных микросхем за счет перепрограммирования микроконтроллера.	Не дает информации о входящих в микросхему логических элементах, таблице истинности и временной диаграмме.
Разработанный в данном проекте программируемый IC-автомат.	1. Стоимость 300 руб. 2. Определяет маркировку микросхемы и ее исправность в пределах прошитой базы данных. 3. Есть возможность расширения базы данных микросхем. 4. Дает информацию о входящих в микросхему логических элементах, таблице истинности и временной диаграмме (при подключении к компьютеру). 5. Может быть легко собран и запрограммирован обучающимися.	–

Таблица 1. Сравнительная таблица IC-автомата и IC-тестеров

Название	Назначение	Кем предоставляется	Условия предоставления
1. Макетная плата, плата Arduino UNO, плата Arduino NANO, DIP-панель, OLED-дисплей, LiPo-аккумуляторная батарея на 3,7 В, проволочные перемычки.	Сборка электронного IC-автомата	Лаборатория аэрокосмической, военной и реабилитационной робототехники, микроэлектроники и нанотехнологий кафедры инженерной предпрофессиональной подготовки ГБОУ Школы №1538	Использование в учебном процессе: лекции, мастер-классы, лабораторные и практические занятия
2. Среда программирования Arduino IDE.	Программирование электронного IC-автомата		

Таблица 2. список использованных ресурсов

## Приложение №2: Функциональные схемы микросхем, тестируемых в проекте

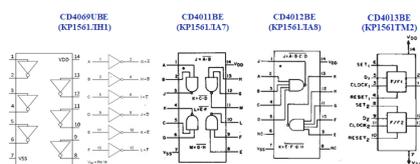


Рисунок 1.

## Приложение №3: Фотографии IC-автоматов

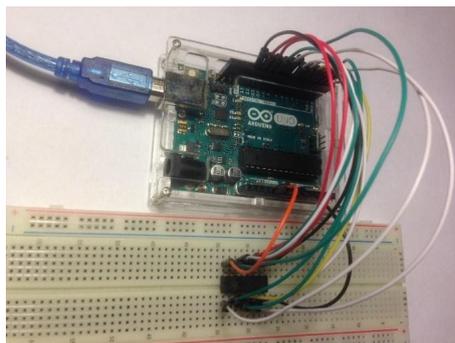


Рисунок 2. Фотография IC-автомата на основе Arduino uno.

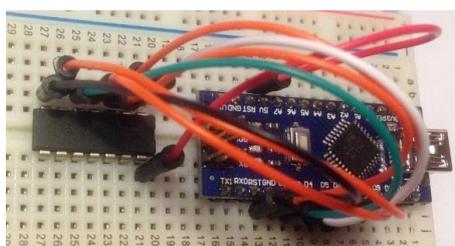


Рисунок 3. Фотография IC-автомата на основе Arduino nano.

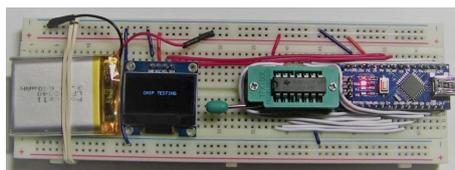


Рисунок 4. Фотография IC-автомата

## Автоматизированный Робот-манипулятор

Автор:

ИСМАИЛОВ Э.А., МАОУ «Лицей № 38»

Научный руководитель:

ЕДЕЛЕВ Андрей Юрьевич МАОУ «Лицей № 38», учитель физики

### Актуальность

Манипулятор - совокупность пространственного рычажного механизма и системы приводов, осуществляющая под управлением программируемого автоматического устройства или человека-оператора действия (манипуляции), аналогичные действиям руки человека. Промышленные роботы предназначены для замены человека при выполнении основных и вспомогательных технологических операций в процессе промышленного производства. При этом решается важная социальная задача - освобождения человека от работ, связанных с опасностями для здоровья или с тяжелым физическим трудом, а также от простых монотонных операций, не требующих высокой квалификации. Гибкие автоматизированные производства, создаваемые на базе промышленных роботов, позволяют решать задачи автоматизации на предприятиях с широкой номенклатурой продукции при мелкосерийном и штучном производстве. Промышленные роботы являются важными составными частями современного промышленного производства.

### Цель работы:

Создать новую функционирующую конструкцию автоматизированного манипулятора «типа рука», состоящего из системы управления самого манипулятора, предназначенного для сортировки предметов, и который можно применять в промышленных заводах.

### Задачи:

- 1) произвести мониторинг материала по данной работе
- 2) подобрать материалы;
- 3) построить модель;
- 4) испытать конструкцию;
- 5) сделать выводы.

### Гипотеза:

Предполагается, что возможно создание данной действующей модели, предназначенного для сортировки грузов на различных производственных заводах.

**Предмет исследования** – действующая модель механизированного комплекса, предназначенного для сортировки грузов.

**Объект исследования** – действующая модель механизированного комплекса, предназначенного для перемещения грузов.

### Методы исследования.

- 1) Компьютерное моделирование
- 2) Материальное моделирование.
- 3) Исследование.
- 4) Анализ

### Оборудование:

- 1) Отвёртки
- 2) Паяльник
- 3) Нож
- 4) 3D – принтер
- 5) Дрель



**Новизна**

Новизна работы заключается в конструкции. Модель данной конструкции может сортировать и перемещать грузы по определённым признакам.

**Вывод**

Создана принципиально новая функционирующая модель механизированного комплекса для сортировки грузов, состоящего из системы управления манипулятором, способного сортировать предметы по различным признакам и, который можно применять на складах и промышленных заводах.

- 1) Повышает скорость выполнения работы
- 2) Уменьшает количество ошибок, причиной которых является человеческий фактор- в итоге улучшается качество работы
- 3) Даёт возможность сократить количество рабочих мест. Кроме того, для механической руки не нужно создавать условия труда, предусмотренные и проверяемые многочисленными инстанциями
- 4) Компактен. Уменьшает площадь производства достаточно пары квадратных метров.

**Источники информации:**

- 1) *Булгаков А.Г., Воробьев В.А.*, «Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление»
- 2) *Дуглас Вильямс*, «Программируемый робот, управляемый с КПК»
- 3) *Майк Предко*, «Устройства управления роботами: схемотехника и программирование»
- 4) *Оуэн Бишоп*, «Настольная книга разработчика роботов»
- 5) *Джеремми Блум*, «Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства»
- 6) <https://sltgroup.ru/catalog/base/robot-manipulyator-ustroystvo-preimushchestva/>
- 7) <https://m-robots.ru/info/robot-manipulyator-opisanie/>

## Разработка и геймдизайн настольных игр с гейм-мастером на базе микроконтроллеров

Автор:

КОПЫШОВА Валентина Олеговна, МБОУ «ФМЛ №31 г. Челябинска», 9 класс

Научный руководитель:

ЛОВЧИКОВ Дмитрий Владимирович заведующий лабораторией «Современных Технологий»

**Цель работы:** создание инструмента для прототипирования, реализации и создания на нем различных настольных игр.

### Задачи:

- 1) Изучить рынок настольных игр в России.
- 2) Выявить основные типы игровых механик в настольных играх.
- 3) Реализовать передачу информации о игровом процессе микроконтроллеру.
- 4) Создать универсальный шаблон программы, контролирующей и дополняющий игровой процесс.
- 5) Создать конструктор для проектирования новых настольных игр и прототипирования уже существующих.
- 6) Разработать и создать игру как демонстрацию возможностей.

**Новизна.** Данный инструмент, в отличие от аналогов, позволяет создавать настольные игры с электронными составляющими, а также проектировать рельефы игровой карты не только на плоскости, но и в пространстве.

**Практическая значимость.** В последние года особую популярность набирает индустрия настольных игр (в России в 2019 году объем рынка настольных игр составил 11, 8 млрд руб., а в 2020-ом объемы продаж увеличились в несколько раз), а внимание потребителей зачастую привлекают технологии, идущие в ногу со временем. В связи с этим данный проект увеличит заинтересованность потенциальных потребителей к соответствующей индустрии.

### Описание работы.

Целью разработки является создание универсальной игровой платформы на базе микроконтроллера. Авторы работы создают инструмент для прототипирования реализации и создания на ней различных настольных игр, своеобразный HDK для геймдизайнеров (Hardware Development Kit, по аналогии с SDK (software development kit) для программистов).

На данный момент доказана на практике работоспособность данного подхода, были разработаны развивающие настольные игры для детей дошкольного и младшего школьного возраста, несколько стратегий для детей от 10 до 100 лет. На данной платформе возможна реализация нескольких видов механик игры (как инструменты воздействия [1]), большая вариативность при создании игрового поля, а также существуют направления для дополнения и усовершенствования проекта. В будущем планируется добавить визуализацию хода игрока посредством дополненной реальности.

В данной версии проекта была решена проблема возможности реализации только гексагональных полей, путем увеличения числа плат, которые теперь контролируют каждая свою клетку поля. Также благодаря данному решению, рельефы игровой карты могут создаваться не на плоскости, а в пространстве.

**Вывод(ы):** В ходе подготовки проекта были решены следующие поставленные нами задачи: реализация передачи информации о ходе игрока (посредством разыгрывания карты или изменения на игровом поле) микроконтроллеру, создание корпуса, проектирование и создание печатных плат (создание конструктора для проектирования - в процессе) и разработка игр как демонстрации возможностей.

В будущем планируется решить следующие недостатки проекта: отсутствие универсального шаблона программы, большой объем механических работ при проектировании (и, в следствие, большая



себестоимость), а также добавить визуализацию хода игрока посредством технологии дополненной реальности и внешнее оформление, компактное взаиморасположение различных элементов проекта. Разработка универсальной игровой платформы на базе микроконтроллеров позволит открыть новые возможности в геймдизайне при отсутствии аналогов на рынке настольных игр.

## Беспилотный летательный аппарат средней дальности универсальный (грузовой)

Автор:

КОЧЕТКОВ Егор Валентинович, ученик 11 а класса МОУ «Лицей №43» г. Саранск, физико-математического профиля

Научный руководитель:

ШИРМАНКИН Василий Григорьевич учитель технологии Муниципальное образовательное учреждение Лицей № 43 г. Саранск

**Цель работы:** разработка и создание беспилотного летательного аппарата самолетного типа - беспилотного летательного аппарата средней дальности универсального (грузовой) (БСДУ-Г).

**Задачи:**

- Изучение классической схемы, классификаций самолетов данной схемы.
- Создание чертежа беспилотного летательного аппарата средней дальности универсального (грузовой) (БСДУ-Г) в программе Fusion 360.
- Создание беспилотного летательного аппарата средней дальности универсального (грузовой).
- Испытание модели беспилотного летательного аппарата средней дальности универсального (грузовой).

**Основные характеристики работы:** Масса беспилотного летательного аппарата средней дальности универсального (грузовой) - 4 кг; Макс. взлетная масса: 7 кг; Тип двигателя: электрический, бесколлекторный, мощность 1500 Вт. Время полета: до 240 мин.

**Научная новизна:** Представленная модель БСДУ (Г) полностью соответствует современным тенденциям развития технологий будущего. По функциональному назначению БСДУ (Г) способен выполнять множество работ, он универсальный и с его помощью можно контролировать (аэрофотосъемка) большие пространства или линейные объекты, заниматься поиском потерявшихся животных и доставкой малогабаритных грузов массой до 5 кг. В связи с чем может использоваться почти во всех отраслях (сельское хозяйство, геодезия, сферы деятельности МВД, МЧС). Модель беспилотника модернизирована – установлен контролер для возможности автономного полета «Pixhawk 2.4.8.», и в программе «Fusion 360» создана точная 3D-модель беспилотника. Также с помощью этой программы изготовлен отсек для сбрасываемого груза (например, комплект питания и медикаментов для людей заблудившихся в лесу). Стоимость беспилотника (материалы и установленное оборудование) составляет около 32 000 руб., в то время как стоимость подобных беспилотников, производимых промышленностью, начинается от 500 000 руб., и выше.

**Практическая значимость.** При создании изделия было установлено, что с использованием экологически чистых материалов и современных технологий (лазерного станка, 3D-принтера) возможно изготовление беспилотника средней дальности, который можно успешно эксплуатировать в различных отраслях экономики и сфере безопасности.

**Итоги исследования:** Многие работы современные технологии позволяют выполнить в отсутствие пилота на борту, что дает множество преимуществ БСДУ (Г) перед пилотируемыми аппаратами. В первую очередь, это стоимость производства и эксплуатации летательного аппарата, отсутствие необходимости в оборудовании аэродромов, относительная простота обслуживания и эксплуатации летательного аппарата. Габариты конструкции: Модель БПЛА ширина 2,5 м., длина 1,25 м., вес 4 кг.

**Источники информации:**

- 1) Интернет сайт Паркфлаер. - [Ссылка](#)
- 2) Интернет- сайт. – [Ссылка](#)
- 3) Интернет-сайт. Радиоуправляемые модели. – [Ссылка](#)
- 4) История конструкций самолётов в СССР – *Вадим Борисович Шавров*. История конструкций самолётов в СССР 1938–1950 гг. – М.: Машиностроение, 1994.



- 5) *Никитин Г. А., Баканов Е. А.* Основы авиации: Учебник для вузов гражданской авиации. – М.: Транспорт, 1984. – 261 с.
- 6) *От идеи до модели. В.А. Заворотов.* – М.: Изд-во «Просвещение». - 1988.
- 7) *Бабаев Н., Гаевский О., Мижиртумов Э., Хузра Ю., Кудрявцев С.* Авиационный моделизм. – М.: Изд-во ДОСААФ, 1956.

## АСУП в школе есть?!

<b>Автор:</b>	КУЛЬБЕДА Евгений, ГУО «Средняя школа №1 г. Дрогичина», учащийся 11 класса
<b>Научный руководитель:</b>	МУЧАНСКАЯ Вита Владимировна учитель информатики ГУО «Средняя школа №1 г. Дрогичина»

**Цель исследовательской работы:** разработка автоматизированной системы учета питания в школе.

### Задачи работы:

- выяснить какие компоненты необходимы для работы автоматизированной системы учета питания;
- изучить программные средства разработки, используемые для создания автоматизированной системы учета питания;
- изучить технические средства, применимые для создания автоматизированной системы учета питания;
- разработать автоматизированную систему учета питания.

### Актуальность:

Школы Беларуси сталкиваются с проблемой организации учета питания учащихся. В школьных столовых применяют не эффективную систему учета. Наша школа не исключение. Ежемесячно у нас питается более 500 учащихся. Классные руководители на протяжении месяца ежедневно ведут учет питающихся учащихся класса и в конце составляют отчет о сумме оплаты за питание для каждого ученика. Проведя опрос среди учителей, выяснилось, что в среднем на эту работу они тратят до 10 часов в месяц (15-20 минут ежедневного учета в сумме составляют 7-8-м часов и до 2-х часов составление отчета), и каждый педагог говорил, что необходимо вести автоматически учет питания в школе. Данная статистика привела меня к идее создания автоматизированной системы учета питания учащихся (сокращенно АСУП).

В работе реализована идея создания автоматизированной системы учета питания учащихся.

### Компоненты АСУП:

- компьютерная программа автоматического учета питания;
- карта питания учащегося;
- устройство для считывания информации с карт питания;
- интернет-бот.

### Концепция работы:

- 1) сформировать базу питающихся учеников школы в программе АСУП;
- 2) каждому питающемуся ученику выдать индивидуальную карту питания с кодом;
- 3) использовать интернет-бот в соцсети Вконтакте и мессенджере Telegram с целью ежедневного сбора информации о количестве необходимых порций для приготовления;
- 4) сконструировать устройство для считывания информации с карт питания;
- 5) ежедневно перед получением порции с едой сканировать карту питания и записывать информацию об ученике в базу данных питающихся учащихся на определенный день;
- 6) автоматически создавать отчет об оплате за питание по всей школе и отдельно по определенному классу.

Разработана автоматизированная система учета питания в школьной столовой с использованием двух вариантов получения информации о питающемся человеке (приложение 1):

- 1) карта питания с QR-кодом
- 2) карта питания с NFC-меткой

Для работы системы необходимы следующие технические составляющие:

- компьютер, на который устанавливается разработанная программа;
- устройство для считывания информации с карты питания ученика.

Устройство для сканирования NFC-карт собрано самостоятельно на плате NodeMCU и RFID-сканера, (Приложение 2), а для считывания QR-кода применяется веб-камера.

### Принцип действия автоматизированной системы питания (АСУП) (Приложение 3)

Изначально в программе создается база данных учащихся школы, желающих питаться в школьной столовой. Каждому питающемуся ученику выдается индивидуальная карта питания с личным кодом – это QR-код или NFC-метка. Карта питания сканируется перед получением порции с едой. Ежедневно программа создает базу данных питающихся учеников.

Система автоматически формирует отчет по всей школе или по классам, где указывается сумма оплаты за питание в течение месяца или в определенный день. Отчёт формируется в формате Excel, что позволяет корректировать его при необходимости.

Интернет-бот в соцсети Вконтакте и мессенджере Telegram ежедневно утром собирает информацию о количестве учащихся желающих сегодня питаться и передает АСУП число необходимых порций для приготовления.

Тестирование системы в нашей школе показало эффективность использования автоматического учета питания в школьной столовой. Считаю, что созданную, автоматизированную систему учета питания можно применять в других школах. Причем, учебное заведение может выбирать оптимальный вариант сканирования.

### Приложение 1 Карты питания учащихся

Каждому питающемуся выдается индивидуальная карта, где указана информация об ученике. АСУП применяет карты питания с QR-кодом и NFC-меткой. Карты с QR-кодом создаются в программе АСУП.

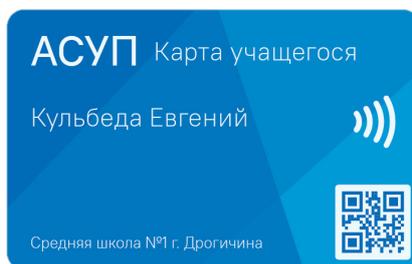


Рисунок 1. АСУП карта с NFC-меткой

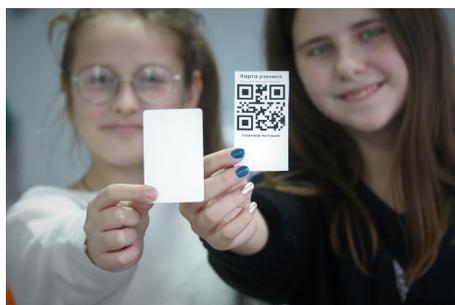


Рисунок 2. Внешний вид АСУП карт

### Приложение 2 Сканер NFC-карт

Оптимальный сканер RFID-карт сконструирован в процессе исследования. Он представляет собой переносное устройство с датчиком.



Рисунок 3. Сканирование NFC-карт

Главный компонент - программируемая плата NodeMCU. Она присоединяется к точке доступа WiFi. Также устройство может работать в режиме точки доступа, что позволяет не покупать отдельный модем для этих целей, а использовать только адаптер к компьютеру.

Сканер может выполнять следующие команды:

- прочитать данные с указанного сектора и блока, используя ключ шифрования NFC карты;
- изменить состояние устройства (цвет индикатора): положительный ответ (зеленый цвет), отрицательный (красный цвет) или нейтральный (желтый цвет).
- записать данные в указанный сектор и блок NFC карты
- изменить ключи доступа карты

Сканер автоматически проверяет присутствие автоматизированной системы учета питания в локальной сети и подключается к ней. Таких сканеров можно использовать несколько одновременно. Для программирования платы NodeMCU я использовал язык программирования Arduino.

### Приложение 3 Программа автоматического учета питания

Программа обрабатывает запросы сканеров, управляет базой данных, обеспечивает пользователя удобным интерфейсом для создания и редактирования информации, генерирует отчеты и дает команды интернет-боту.

Изначально в разделе программы «Ученики» создается база данных учащихся школы, желающих питаться в школьной столовой.

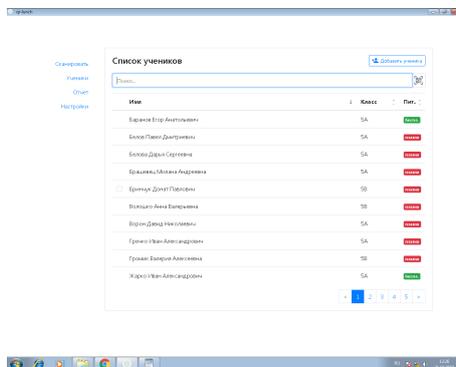


Рисунок 4. Вид раздела программы «Ученики»

Ежедневно программа создает базу данных питающихся учеников при сканировании карт питания перед получением порции с едой.

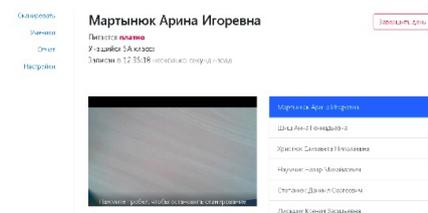


Рисунок 5. Вид раздела программы «Сканирование»

Система автоматически формирует отчет по всей школе или отдельно для класса (в виде отдельного листа), где указывается сумма оплаты за питание в течение месяца или в определенный день. Отчёт формируется в формате Excel, что позволяет при необходимости его корректировать.

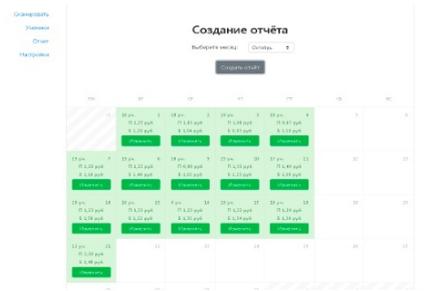


Рисунок 6. Вид раздела программы «Отчет»

Рисунок 7. Отчет питания класса за месяц

Разработанная программа АСУП написана на NodeJS с использованием Electron и VueJS, а также – базы данных SQLite.

## Умное расписание

**Автор:**

КУПИТМАН Григорий Михайлович, г. Челябинск, МА-ОУ «Гимназия №80 г. Челябинска», класс 9

**Научный руководитель:**

ЕВСТИФЕЕВ Николай Олегович, учитель информатики первой категории МАОУ «Гимназия №80 г. Челябинска»

Наша школа достаточно маленькая, из-за чего возникает проблема недостатка кабинетов, поэтому в нашей школе за учителями не закреплены кабинеты, что приводит к тому, что учителям приходится постоянно передвигаться по школе между кабинетами.

Особенно остро проблема стоит с учениками 5 класса, которые после начальной школы, где у них все уроки проходят в одном кабинете, переходят в среднее звено. В среднем звене у обучающихся появляются новые учителя и приходится постоянно курсировать между кабинетами. Но и у учеников старшего звена тоже есть проблемы с расписанием, ведь возникает надобность в кабинетах для проведения дополнительных занятий и подготовки к олимпиадам и экзаменам или просто нужно найти учителя чтобы сдать тетрадь. Кроме этого, мы думаем, что наш проект поможет и родителям которые пришли в школу и пытаются найти нужного им учителя.

**Цель:** Создать систему «Умное расписание», способную облегчить поиск кабинета как учителям так и обучающимся, и избежать проблем при изменении в расписании.

### Задачи работы:

- 1) Изучить проблемы связанные с расписанием
- 2) Подобрать решение для выявленных проблем
- 3) Придумать интерфейс и конструкцию системы
- 4) Создать и запрограммировать систему для решения проблем связанных с расписанием

Проект представляет собой систему позволяющую создавать расписание, отражать фактическое расписание со всеми изменениями в режиме реального времени, а так же местонахождение учителей и наличие свободных кабинетов

**Объект исследования:** Проблемы, связанные со школьным расписанием

**Предмет исследования:** Процесс разработки собственной системы школьного расписания

**Гипотеза:** Можно создать систему позволяющую создавать расписание, отражать фактическое расписание со всеми изменениями в режиме реального времени, а так же местонахождение учителей и наличие свободных кабинетов

**Актуальность:** Из-за постоянных изменений в расписании, некоторые ученики не могут найти кабинет в котором у них урок, или нужного им учителя, а учителя в свою очередь сталкиваются с поиском свободных кабинетов.

### Проект позволит:

- Быстро найти нужный кабинет обучающимся
- Быстро найти свободный кабинет для урока учителю
- Удобно отслеживать урок по электронным динамическим табличкам для кабинета
- Найти нужного учителя
- Быстро создать расписание
- Быстро внести изменения в расписание

### Состав проекта

- Приложение для создания расписания «Расписание Maker»
- Приложение для отображения расписания в режиме реального времени «Расписание +»
- Устройство для идентификации пользователя (считыватель RFID метки)



- Динамическая электронная табличка кабинета
- Базу данных с расписанием (храниться в облаке)

## Автономная система распознавания объектов и ситуационного анализа на бла с применением технологий искусственного интеллекта

Автор:	ЛЕБЕДЕВ Андрей Игоревич, 11 класс, МБОУ г. Мурманска МПЛ
Научный руководитель:	ЛЕБЕДЕВ Илья Игоревич ведущий консультант Главного управления вооружения ВС РФ
Научный руководитель:	Лебедева Наталья Николаевна учитель информатики МБОУ МПЛ

**Целью работы** становится повышение эффективности использования БПЛА и РТК с использованием алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения в условиях обеспечения оптимальной защиты информации.

Поставленная выше цель достигается посредством решения следующих **задач**:

- 1) Сравнение существующих и создание собственных алгоритмов компьютерного зрения для поставленной задачи обеспечения безопасности.
- 2) Разработка аппаратной части проекта (сервер и БПЛА) на основе проектов с Raspberry Pi, так как это доступный и оптимальный одноплатный микрокомпьютер для начала работы и создания функционирующего прототипа.
- 3) Написание ПО для распознавания определенных действий и сцен, происходящих на видеопотоке, принятия решений и оповещения охраны.

Поэтому, **гипотеза** моей работы:

Именно комплексное использование передовых устройств, технологий и алгоритмов может привести к созданию максимально эффективной системы безопасности, которая может быть доработана и усовершенствована под конкретные нужды и требования со стороны заказчика.

**В ходе работы** была проанализирована актуальность и вариативность комплексного использования инновационного ПО вместе с системой аппаратуры, были созданы прототипы программного обеспечения для распознавания, обработки и ситуационного анализа потенциально опасных ситуаций, часть которых были протестированы с положительным результатом. Был разработан примерный вид комплекса, включающего в себя беспилотный летательный аппарат, сервер и систему камер, с возможностью работы с ранее разработанным ПО. На данном этапе уже были проведены первые испытания полета беспилотника и распознавания объектов через его видеокамеру, в будущем планируется закончить прототип комплекса с полной обработкой всей информации на сервере, а также просчитать рентабельность разработки и направить коммерческие предложения в ряд заинтересованных компаний для полноценной апробации проекта и выхода на рынок.

## Бесконтактная оплата общественного транспорта на базе ИОТ и CNN

Автор:

ЛЕМАНОВ Андрей Александрович, 10 класс ОШИ «Лицей имени Н.И. Лобачевского» КФУ, г. Казань

Научный руководитель:

ДАМИНДАРОВ Р.Р. учитель робототехники

С развитием науки и нейронных сетей автоматизированные системы все больше внедряются в жизнедеятельность человека. То, что еще недавно мы могли видеть лишь в фантастических фильмах, теперь постепенно проникает в нашу жизнь. Автоматические системы парковки и управления автомобилем, роботы-официанты, роботы-повара, роботы-рабочие и многое другое стало реальностью. Более того в настоящее время уже сложно рассчитывать на уменьшение затрат на производстве или улучшение качества предоставляемых услуг в различных сферах обслуживания без применения автоматизированной техники. Во многих видах человеческой деятельности постоянно увеличивается количество обязанностей, возлагаемых на умные машины.

В данной работе мы поставили задачу создания интеллектуальной системы бесконтактной оплаты билетов для общественного транспорта с использованием облачных технологий и искусственного интеллекта, которая смогла бы оптимизировать и упростить процесс оплаты проезда. Основу системы составляет интеллектуальные камеры, Android приложение и сервер-обработчик, которые взаимодействуют друг с другом. Android приложение отвечает за сканирование лица и отправку его на сервер, сервер отвечает за обработку фотографий полученных с приложения и обучение нейронной сети, а камера отвечает за детектирование и распознавание лица. Камеры были сделаны на базе микрокомпьютера raspberry pi 3 b+, которая обеспечивает контроль точности детектирования и классификации лиц. Хранение и обработка фотографий осуществляется на основе встроенного компьютера на базе процессора Intel Pentium с частотой 1.7 ГГц под управлением операционной системы Linux.

Большинство систем, создаваемых в настоящее время, направлено на решение какой-либо одной конкретной задачи. Особенностью данной системы является его многофункциональность. Она может исполнять роль оплаты проезда как автобуса так и трамвая, а также в будущем оплата в различных магазинах.

## Создание устройства, предотвращающего появление проблем со зрением при работе за компьютером

Автор:

ЛИФАНОВСКИЙ Дмитрий Валентинович, ГБОУ Школа №1576 г. Москва, 11 класс;

Научный руководитель:

КУЗНЕЦОВ Всеволод Дмитриевич, учитель информатики и ИКТ ГБОУ Школа №1576 г. Москва

**Цель работы:** создание устройства, которое, используя различные физические датчики и обрабатывая данные, полученные с них, сможет контролировать времяпрепровождение человека за монитором, препятствуя появлению проблем со зрением.

### Задачи:

- 1) Сбор статистики о состоянии зрения людей, проводящих много времени за компьютером.
- 2) Анализ влияния дистанционного обучения на зрение.
- 3) Выявление причины ухудшения зрения.
- 4) Разработка метода решения проблемы.
- 5) Разработка концепции устройства и его принципа работы.
- 6) Создание электрической схемы.
- 7) Сборка всех компонентов в единое устройство.
- 8) Испытания и тестирование готового устройства.

**Научная новизна** данной работы отличается новаторством в исследуемой тематике, так как появление проблем со зрением при работе за компьютером является достаточно актуальной проблемой для большинства людей, особенно работающих в образовательной сфере. Около 90 % людей регулярно пользуются компьютером и 63 % из них иногда испытывают сухость и напряженность глаз. Всё это свидетельствует о появлении у них компьютерного зрительного синдрома, что может привести к близорукости. Однако в современном мире существует мало различных вариантов, способных предупредить появление проблем со зрением у человека, проводящего много времени за компьютером.

Для решения вышеуказанной проблемы было разработано новое устройство, предотвращающее ухудшение состояния зрения при работе за компьютером, анализируя положение человека, его состояние и окружающую среду. Данное устройство не имеет подобных аналогов.

**Описание работы.** Основное содержание работы – описание разработки и создания устройства, предупреждающего появление проблем со зрением, что позволяет сохранить общее здоровье человека и его жизнедеятельность, так как около 90% информации человек получает через зрение. Также в описании разработки входит создание идеи и концепции устройства, его принципа работы, выбор необходимых элементов и анализ стоимости разработки.

В процессе разработки были проведены два опроса среди учащихся, результаты которых показали, что большое количество опрошенных регулярно испытывают компьютерный зрительный синдром, и если не обращать на него внимание, то у человека может развиваться близорукость. Именно это и подтвердил 2 опрос. Также был проведен эксперимент при участии 10 человек, которые испытывали разработанное устройство на себе, проработав 5 часов за компьютером с устройством и без него.

В дальнейшем данную систему можно будет внедрить в монитор на этапе производства, а также в мобильные устройства. В дополнении данную систему можно будет использовать в сочетании с другими приложениями, а также с камерой.

**Итоги работы:** Пройдя все необходимые этапы, удалось полностью с нуля разработать устройство, контролирующее времяпрепровождение за монитором компьютера и помогающее в организации рабочей деятельности. Эффективность работы устройства и его полезное влияние получилось доказать с помощью испытаний. Данное изобретение позволяет спокойно работать за компьютером



длительное время, в том числе и на дистанционном обучении, придерживаясь требований Роспотребнадзора, при этом не задумываясь и не отвлекаясь на контроль соблюдения правил безопасной работы за компьютером, ведь эту работу за человека делает разработанное устройство.

### Источники информации:

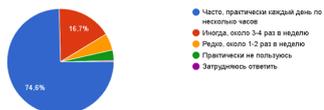
- 1) Значение зрения в жизни ребенка. Системный характер нарушения зрения и вторичные отклонения в развитии слабовидящих детей / Т. Б. Епифанцева. - Текст : электронный // Логопед : [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения: 18.12.2020).
- 2) Зрение человека. - Текст : электронный // Википедия : [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения: 23.12.2020).
- 3) Computer vision syndrome. - Текст: электронный // American Optometric Association : [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения 14.12.2020).
- 4) Protect your eyes from the computer. - Текст: электронный // Safety+Health : [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения 14.12.2020).
- 5) Вред компьютера для глаз. Вредно для зрения. Как сохранить зрение при работе за компьютером. - Текст: электронный // Finland-Club: [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения 14.12.2020).
- 6) Пять шагов до гроба. Как испортить здоровье с помощью компьютера / Алена Ермилова. - Текст: электронный // Игромания: [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения 30.11.2020).
- 7) Телевизоры Philips с Ambilight. - Текст: электронный // Philips : [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения: 14.01.2021).
- 8) Ambilight. - Текст : электронный // Википедия : [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения: 14.01.2021).
- 9) EyeDox — пока от монитора не ослеп. - Текст : электронный // Хабр : [сайт]. - [Ссылка](#) (дата обращения: 04.01.2021).
- 10) Viewaide : [сайт]. - Киев, 2021. - [Ссылка](#) (дата обращения: 04.01.2021). - Текст: электронный.

### Приложение №1. Результаты опросов о состоянии зрения во время работы за компьютером и влиянии на зрение дистанционного обучения



Рисунок 1 - Результаты опроса №1

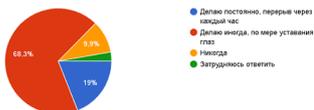
Как часто вы пользуетесь компьютером  
252 ответа



Испытываете ли вы сухость и напряжённость глаз во время работы за экраном компьютера  
252 ответа



Делаете ли вы перерывы во время работы за компьютером  
252 ответа



Делаете ли вы разминку для глаз во время работы за компьютером  
252 ответа

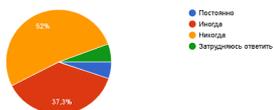


Рисунок 2 - Результаты опроса №2

## Разработка системы навигации модели “умного автомобиля”

Автор:

Дмитрий Дмитриевич ЛОГАЧЁВ, ГБОУ Гимназия №171,  
г. Санкт-Петербург

Научный руководитель:

САМАРЦЕВА С.К. , ГБОУ Школа №169, учитель г. Санкт-Петербург

В последнее время **актуальна** проблема автопилотирования транспортными средствами. Она решается, в основном, с помощью дорогостоящего лидара (Light Identification Detection and Ranging) или большого количества камер. Умные автомобили могут исключить человека из управления, тем самым сведя к минимуму транспортные происшествия, а также значительно удешевят общественный транспорт и грузоперевозки.

**В данной работе** разрабатывалась навигация модели “умного автомобиля” в пространстве. В качестве источника информации об окружающем мире была применена одна видекамера и линейный лазерный модуль, который использовался для подсветки препятствий. Контроллером, послужил одноплатный компьютер Raspberry PI 3. В качестве автомобильной платформы мною была выбрана модель hsp racing tr80300b.

**В результате исследования** выяснилось, что лазерный модуль вместе с камерой позволяет использовать малые ресурсы для решения проблемы поиска препятствий. Лазер даёт четкую и контрастную линию, на которую может опираться алгоритм расчёта расстояния до обнаруженного препятствия. Важно подчеркнуть, что при небольшой стоимости системы навигации, она оказалась достаточно точной.

## Конструирование и программирование робота “Восток”

Авторы:

МАРЫШЕВ Тимур Андреевич, ТЕНЕТИЛОВ Андрей Александрович, РОМАШОВ Егор Алексеевич, ученик физико-математического профиля 10-ого класса МБОУ-лицей №18 г.Орла, БОУ ОО «Созвездие Орла»

**Целью** нашей работы является сборка робота, который будет воспроизводить звуки при обнаружении магнита и исследовать труднодоступные места.

Перед нами стояли **задачи**:

- 1) Изучить принцип работы модуля Lego EV3.
- 2) Собрать робота на базе модуля Lego EV3.
- 3) Научиться работать с датчиком магнитного поля.
- 4) Проверить работоспособность робота с датчиком с помощью модуля EV3.

**Актуальность:**

В наше время человек ежесекундно использует современные технологии для упрощения жизни. Человечество прогрессирует с каждым мгновением всё больше и больше, следствием чего являются новые открытия и исследования. Изучение космоса люди начали еще в 20-ом веке и продолжают по сей день. Ведь неизведанные планеты хранят в себе огромное количество тайн и кладовых различных ресурсов, которые в своей жизни и деятельности на Земле может использовать человек. И для того, чтобы проводить исследования на других планетах, космонавтам приходится находиться в течение большого количества времени на поверхности той или иной планеты. Но условия работы, с которыми они сталкиваются там, очень сильно влияют на их трудовую эффективность. Поэтому создание и программирование роботов, заменяющих ручной труд человека, широко используются в современном мире. Но перед тем, как запускать робота на поверхность другой планеты, необходимо создать прототип и протестировать его работу.

**Итоги исследования**

Мы разбили порядок выполнения работы на несколько этапов, каждый из которых выполняли определенные специалисты: конструктор-исследователь и два программиста-испытателя. В результате мы собрали и запрограммировали робота под названием “Восток”, который может двигаться и воспроизводить звуки при обнаружении магнита.

**Источники информации:**

- 1) <https://ekb.supermagnit.net/news/что-такое-magnit-ego-vidy-svoystva-i-sfera-primeneniya/>
- 2) <https://media2.24aul.ru/imgs/5cea17976a83cc00013b11da/>
- 3) <https://lh5.googleusercontent.com>
- 4) <https://robotsquare.com/2013/10/01/education-ev3-45544-instruction/>
- 5) <https://education.lego.com/ru-ru/downloads/mindstorms-ev3/software>
- 6) Марсианская экспедиция с Vernier и LEGO. Автор: *Суранов Александр Яковлевич*.

**Приложение**

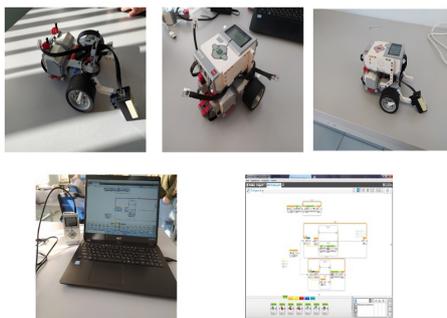


Рисунок 1. Этапы сборки и программирования робота “Восток”



Рисунок 2. Робототехнический набор Lego EV3



Рисунок 3. Магнитный датчик от компании Smartbricks

## Система контроля характеристик воздуха

Авторы:

РЫХЛИЦКАЯ Яна, МАТВЕЕВ Владимир, ученики 10Б  
класса ГБОУ города Москвы «Школа № 2083»

Научный руководитель:

ЮДИЦКАЯ Ирина Михайловна, учитель физики

**Актуальность:** В современном мире человек оставляет после себя огромный экологический след на нашей планете. Быстрый рост населения, требующий тысячекратных затрат природных ресурсов на каждого человека, ведет к их быстрому истощению. Для того, чтобы сохранить экологию человек должен научиться выявлять загрязнения

**Цель работы:** Сделать устройство, позволяющее быстро обнаружить загрязнение в воздушной среде.

**Задачи:**

- 1) Изучить соответствующую литературу по данному вопросу.
- 2) Собрать устройство, обнаруживающее загрязнение в воздушной среде

**Гипотеза:** Если использовать при изучении воздушной среды AEcology, то мы сможем выявлять загрязнения в воздухе.

**Предмет исследования:** Воздушная среда.

**Объект исследования:** Загрязнение.

**Методы исследования:**

- 1) Теоретический
- 2) Эмпирический
- 3) Математический

**Что такое ардуино?**

Arduino - эффективная аппаратно-программная платформа для проектирования и создания новых устройств, разработанная компанией Arduino Software и представляет собой плату с контактами для подключения дополнительных компонентов. Технические характеристики устройства зависят от модели используемого микроконтроллера. Это касается совместимости с дополнительными компонентами.

Бесплатная программная интегрированная среда разработки создана на базе языков программирования C/C++ и обладает одноимённым с самим устройством название. Наличие Ардуино-совместимых плат расширяет пользовательские возможности разработки с применением аппаратных и программных компонентов.

На базе Arduino можно создаются автономные и подключаемые к компьютеру проекты.

Миллионы возможных комбинаций элементов программы ограничиваются только человеческой фантазией. Устройство способно получать и обрабатывать данные об окружающем мире, используя присоединяемые и программируемые датчики.

Вы можете запрограммировать систему быстро среагировать на определённое изменение, управлять светом, движущимися элементами, моторчиками и разнообразными приводами.

**Описание решения.** AEcology – это, несомненно, новый шаг в будущее. Почему? Начну с самого начала. Человечество постоянно загрязняет свою среду обитания и с этим сложно что-либо сделать. В современном мире вопрос экологического следа человечества стоит очень остро и каждый из нас должен вносить свой минимальный вклад в общее дело, а AEcology может нам в этом помочь.

AEcology – это устройство, в которое встроены датчики загрязнения воздуха, способное передавать данные о качестве воздуха.



### Комплектующие АEcology:

- 1) Датчик влажности и температуры DHT11
- 2) Датчик давления GY-68 BMP180
- 3) Arduino NANO
- 4) Lsd1602 символьный дисплей
- 5) Датчик газа MQ-135
- 6) Макетная плата
- 7) Соединительные провода DUPONT 10см F-M
- 8) PowerBank

### Сборка устройства.

Для начала мы собрали первый рабочий прототип (рис. 1) с выводом данных (рис. 2) на экран ноутбука.

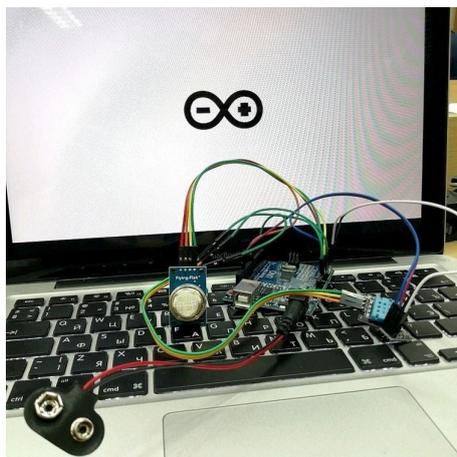


Рисунок 1.

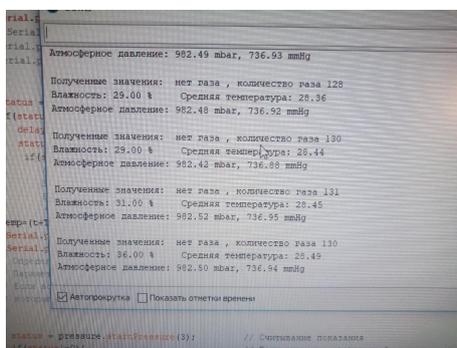


Рисунок 2.

Первым подключенным датчиком был датчик газа MQ135, далее мы подключили датчик температуры и влажности DHT11, в конце датчик давления BMP180 GY-68, так же он нам выводил все значения на экран.

После мы собрали 2-ой рабочий прототип (рис. 3), добавив LSD1602 – экран, что бы он выводил все значения на этот экран.

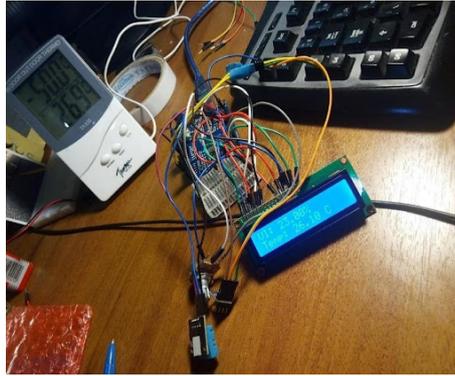


Рисунок 3.

Последним рабочим прототипом был прототип с кейсом, распечатанным на 3D принтере (рис.4), (рис.5).



Рисунок 4.



Рисунок 5.

Дальше мы прикрепили наше устройство к кейсу, так что бы оно могло стабильно работать.

**Источники информации:**

- 1) Тестер качества воздуха с помощью Ардуино. [Ссылка](#). 05.11.2019
- 2) <https://robotchip.ru/obzor-datchika-davleniya-bmp180/> 12.12.2019
- 3) <http://www.ironharvy.com/ru/2016/01/30/mobile-air-quality-monitor-part1/> 12.12.2019
- 4) <http://www.optec.ru/kontrol-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduxa.html> 20.12.2019

## Пожарная сигнализация МАВ – 12

Автор:

МИЛЬТОВ Артем Вячеславович, МАОУ «Гольшмановская СОШ № 4»

Научный руководитель:

КУЗЬМИНЫХ Ирина Геннадьевна, учитель физики, МАОУ «Гольшмановская СОШ № 4»

**Цель:** Разработать, собрать систему датчиков, которые будут фиксировать наличие движения, пламени и газа в помещении.

### Задачи:

- 1) Изучить работу датчиков пламени, газа и присутствия.
- 2) Собрать прототип модели, определяющей наличие газа, пламени и присутствия в помещении.
- 3) Провести анализ работы устройства.

На настоящий момент, люди больше времени находятся на работе и предпочитают в свободное время быть вне стен своей квартиры. Здания в общем построенные в прошлом веке, и износ оборудования электросети и подачи тепла высок. Отсюда на настоящий момент, устраняют только последствия аварий, а не занимаются их прогнозированием.

Данный проект призван обеспечить безопасность в помещении и предотвратить пожар или затопление. Предотвращение возгораний или затопления в помещениях благодаря установленным в жилых помещениях датчикам.

Метод эмпирический. Проектирование, конструирование устройства.

Метод экспериментальный. Исследование – собрать модель.

Основные методы создания – изучение работы, моделирование, конструирование модели.

### Этапы работы

- 1) Выбран комплект датчиков для создания прибора.
- 2) Оценена эффективность модели в том, что будут работать датчики в модели.
- 3) Проведена разработка прототипа устройства.
- 4) Проведено исследование работы системы, протестирована модель пожарной безопасности.

Актуальность исследования. В течение зимы этого года, в нашей области, в России произошло много пожаров, в которых погибли люди. В частности в Гольшманово сгорел торговый центр. А когда человек посещает то или иное заведение, он ждет безопасности.

И если возникает пожар, то иногда невозможно узнать, о наличии людей в помещении, где возник огонь или обнаружен газ. И необходимо устанавливать гаджеты. Датчики безопасности стоят дорого, и предприятия или собственники не спешат их устанавливать. Если использовать минимальный набор датчиков, то можно снизить стоимость, что позволит использовать устройство собственникам и пожарным.

Собрали модель, написали программу, изучили ее работу.

Работа модели. При включении системы загораются светодиоды, подключенные к датчикам.

Если в помещении возникает огонь, то система издает звук и гаснет красный светодиод. Если обнаружен дым, газ, то гаснет желтый светодиод. Если система обнаруживает человека, или животное, то гаснет зеленый светодиод.

Данный прибор можно установить в помещении общего пользования: в кинотеатре, торговом зале, развлекательном центре.

### Источники информации:

- 1) Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. *Петтин В. А.* Москва, 2018.- 220с.



- 2) Изучаем Arduino. 65 проектов своими руками. *Боксвелл Дж.* — СПб.: Питер, 2017. — 400 с.: ил. — (Серия «Вы и ваш ребенок»).
- 3) Основы программирования микроконтроллеров *Бачинин А. , Панкратов В.* ООО Амперка, 2013. – 200с.
- 4) Практическая энциклопедия Arduino. *Петин В. А., Биньяковский А. А.* Москва, 2020.- 166с.
- 5) Пожарная безопасность [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#)

## Робот-медицинский помощник Медиботик-1

<b>Автор:</b>	МОРЕВ Михаил Максимович, МОУ «Средняя общеобразовательная школа № 42 им. Н.П. Гусева с углубленным изучением французского языка», г. Ярославль, Ярославская область; 6 класс
<b>Научный руководитель:</b>	НАСОНОВА Юлия Васильевна, руководитель инновационного аграрного центра ФГБОУ ВО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия»

**Цель работы:** разработать модель (прототип) робота-помощника для использования при уходе за инфекционными больными.

### Задачи:

- 1) определить, какие функции ухода за больными могут быть роботизированы без потери качества лечения и заботы;
- 2) продумать конструкцию робота, которая соответствовала бы требованиям к медицинским роботам, и собрать модель (прототип) робота;
- 3) составить программу для управления роботом в автономном режиме;
- 4) протестировать разработанную модель и отладить программу.

**Новизна** проекта заключается в том, что разработана модель робота – медицинского ассистента, индивидуально взаимодействующего с пациентами на основе цветowych маркировок, нанесенных на постели данных пациентов. Модели роботов – медицинских помощников, информация о которых представлена в доступных источниках, не имеют такой особенности функционирования.

**Практическая значимость.** Сконструированная модель робота может успешно использоваться для ухода за инфекционными больными, сокращая время личного контакта с ними медицинских работников, но при этом обеспечивая контроль за состоянием пациентов и постоянный контакт с ними.

### Описание работы.

Робот-медицинский помощник «Медиботик – 1» создан для помощи медикам в заботе о пациентах при одновременном сокращении личных контактов между ними.

Прототип создан на базе Lego Mindstorms EV3. Это мобильный аппарат высотой 55 см на гусеничном ходу. Сверху стойки расположены емкости для лекарств и аппаратов (например, пульсоксиметра). На стойке размещены датчики – инфракрасный для контроля препятствий на пути и 3 датчика цвета.

Робот передвигается по напольной разметке с помощью 2 датчиков цвета, закрепленных в нижней части стойки. С помощью 3-его датчика цвета в средней части стойки считывается цветовая маркировка на кроватях пациентов. Перемещаясь по палате, считывая маркировку, сверяя ее с заданными в программе управления цветовыми кодами пациентов, робот доставляет лекарства и приборы конкретным пациентам и дает им голосовые указания.

Управление роботом может осуществляться оператором, робот также может управляться в автономном режиме (что более целесообразно в ситуации ухода за пациентами с высоко заразными заболеваниями). В работе представлена программа автономного управления роботом.

**Актуальность работы** обусловлена текущей ситуацией с пандемией новой коронавирусной инфекцией, вызывающей острую необходимость решения проблемы создания в медицинских учреждениях таких условий, при которых контакты между больными и медиками были бы не очень интенсивными (для безопасности медиков), но при этом пациенты получали бы полноценное лечение, постоянный контроль состояния здоровья, внимание и заботу. Решение этих, казалось бы, взаимоисключающих задач возможно с помощью широкого использования роботов - помощников, что говорит об актуальности данного проекта.

**Итоги исследования:** сконструированная модель робота – медицинского помощника прошла тестовые испытания. Модель соответствует всем основным требованиям к медицинским роботам (выполнена из материалов, пригодных для дезинфекции; прочная и устойчивая, приспособленная для постоянного передвижения и перевозки лекарств и простых медицинских аппаратов; имеет приятную конструкцию и не вызывает отрицательных эмоций). Модель может быть использована в медицинских учреждениях.

#### Источники информации:

- 1) *Бойко А.* Зачем нужны медицинские роботы? [Электронный ресурс] Портал RoboTrends. [Ссылка](#)
- 2) Медицинские роботы для врачей и пациентов: где их разрабатывают и применяют. [Электронный ресурс]. Портал «M-Health. Мобильные технологии и инновации для здоровья». 15.11.2018. [Ссылка](#)
- 3) РОБОТ BETSY. Официальный сайт компании «Нейроботикс». [Электронный ресурс] [Ссылка](#)
- 4) Список памяти. Интернет-ресурс о медиках, погибших во время пандемии КОВИД. [Электронный ресурс] [Ссылка](#)
- 5) *Трескова У.* Как коронавирус поспособствовал развитию роботов - помощников. [Электронный ресурс] Портал EduRobots. 28.03.2020. [Ссылка](#)

#### Приложение

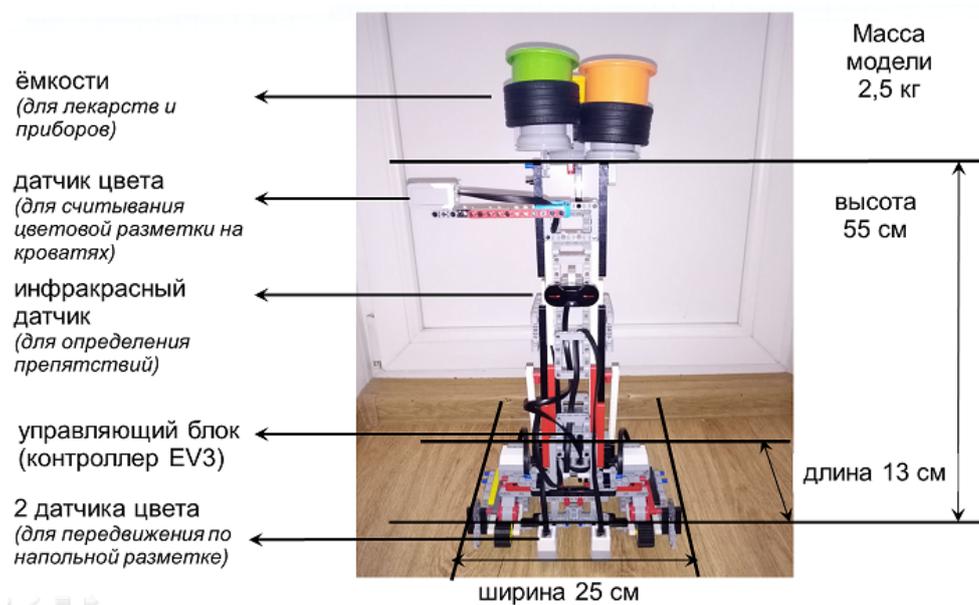


Рис. 1. Конструкция робота медицинского помощника «Медиботик-1»

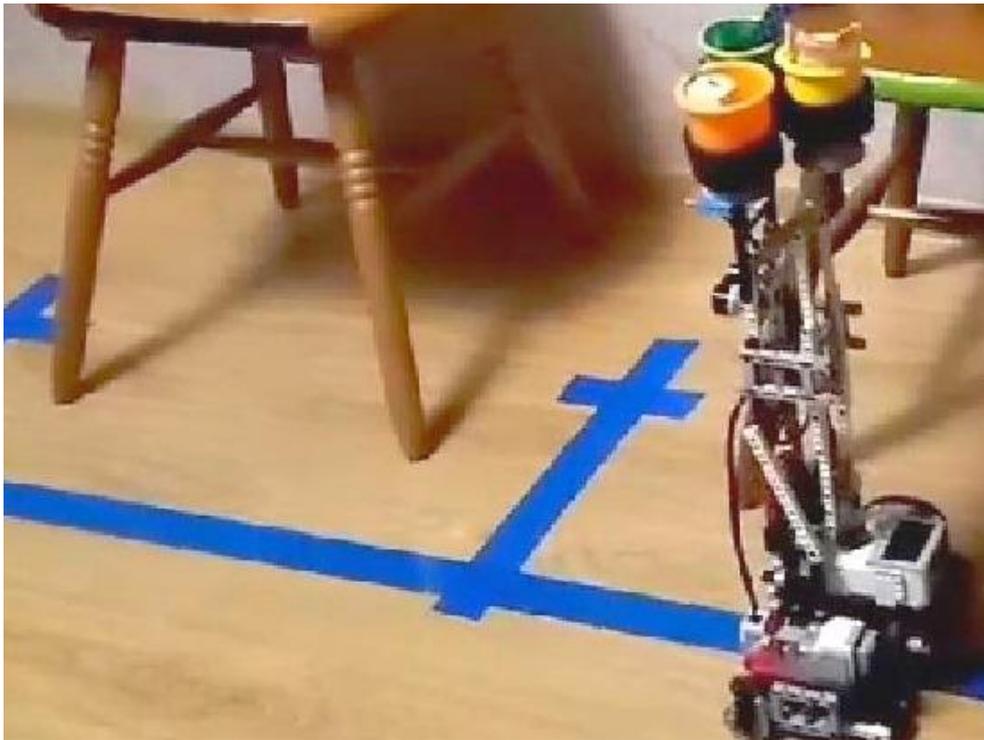


Рис. 2. Образец схемы цветовой напольной разметки

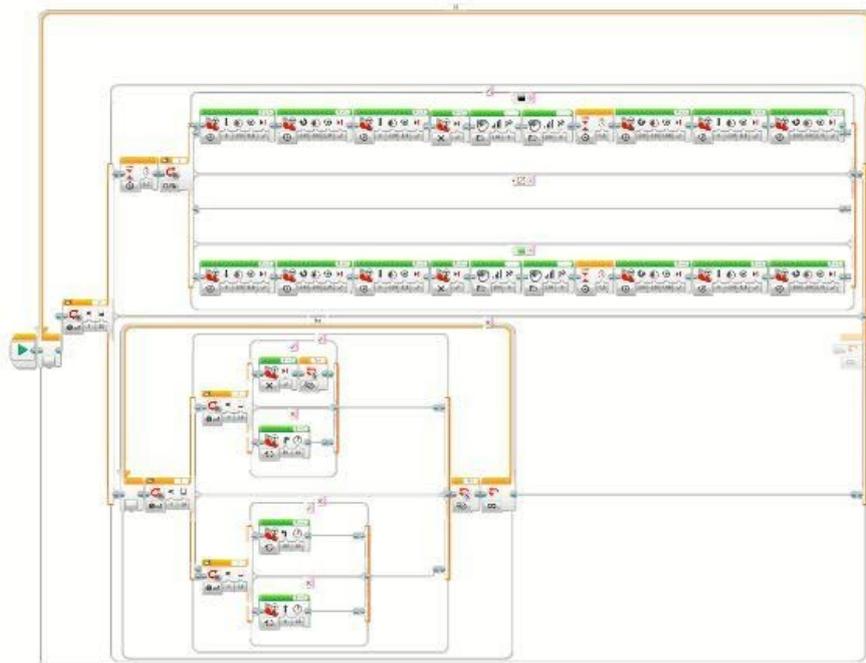


Рис. 3. Программа управления роботом в автономном режиме функционирования

## Разработка прототипа протеза верхней конечности

<b>Автор:</b>	НАТУР Адам Виссомович, ГБОУ г Москвы «Школа № 1568 имени Пабло Неруды», 11 инженерный класс физико-математического профиля
<b>Научный руководитель:</b>	МАРКАРОВА Маргарита Борисовна, Член координационного совета РОО ЕНАП Ассоциации учителей черчения, учитель черчения ГБОУ г Москвы «Школа № 1568 имени Пабло Неруды»

Протезы кисти являются наиболее эффективным техническим средством реабилитации инвалидов при ампутированных и врожденных дефектах верхних конечностей. Создание наружных протезов, компенсирующих отсутствие фаланг пальцев кисти и тем самым восстанавливающих способность к ручной деятельности и самообслуживанию, актуально и очень востребовано.

**Актуальность работы** заключается в том, чтобы создавать функциональные протезы фаланг верхних конечностей, позволяющие расширить круг ручной деятельности и улучшить самообслуживание пользователей.

**Цель работы**  разработать конструктив и создать прототип наружного протеза верхней конечности.

### Задачи работы:

- 1) Разработать дорожную карту и подготовить ресурсы работы
- 2) Изучение видов протезов верхних конечностей
- 3) Провести анализ существующих решений протезирования
- 4) Изучить аналоги наружных протезов верхней конечности
- 5) Разработать характеристики протеза фаланг пальцев верхней конечности
- 6) Провести реверсивный инжиниринг при разработке конструктива и модулей протеза.
- 7) Создать компьютерные модели модулей, анимацию и визуализацию механики протеза
- 8) Провести анализ деформации цифровых деталей протеза
- 9) Подготовить базовую техническую документацию
- 10) Изучить возможности 3D печати для проверки точности моделирования и создать твердотельный прототип протеза

**Объект исследования** – наружные протезы верхних конечностей.

**Предметом исследования** данной работы является создание протеза фаланги пальцев в условиях современного цифрового инструментального производства.

**Научная новизна** работы заключается в создании активного протеза фаланг пальцев, восстанавливающего функции кисти. Разработан конструктив протеза верхней конечности, создана визуализация работы прототипа, проведен анализ механики деформации конструкции, получен твердотельный прототип протеза.

**Практическая значимость.** Областью применения материалов работы могут быть организации, заинтересованные в создании протезов верхних конечностей для компенсации врожденных и ампутированных дефектов кисти при отсутствии пальцев.

**Описание работы.** В работе изучаются материалы об объекте исследования из технических источников и информации в Интернете; рассматриваются виды и классификация протезов; проводится сравнение характеристик; анализ полученных данных; систематизируются и обобщаются полученные результаты.

В рамках работы проводятся исследования имеющихся протезов при ампутированных дефектах кисти (пальцев) и разрабатывается аналог протезно-ортопедического изделия.

**Методы и приемы.** Для разработки конструктива протеза применяется инженерный дизайн САД, используется метод реверсивного инжиниринга составляющих элементов в программе трехмерного моделирования Autodesk Inventor. В этой САПР разрабатываются составляющие протеза: фаланги, перешейки, соединительные части, узлы фиксации фаланг, моделируется принцип работы, создается анимация и схема разборки для визуализации принципов работы прототипа, подготавливается базовая техническая документация (чертежи)

Для анализа механики деформации конструкции компьютерной модели протеза используется среда ANSYS Workbench.

Для создания твердотельной модели протеза g-code файл генерируется в программе Ultimaker Cura, 3D-печать осуществляется с использованием FDM технологии на принтере Creality Ender 3.

**Итоги работы.** Ценным продуктом работы является разработка конструктива протеза фаланг пальцев, визуализация принципов работы функционала, базовая конструкторская документация деталей, сборки узлов и механизмов, получен прототип.

Разрабатываемый протез прост в использовании, функционален, удобен, ремонтпригоден. Использование такого вида протеза требует сохранения одной фаланги пальцев. Такой вид протеза позволяет сделать хват, брать мелкие детали, пользоваться ключами.

Анализ механических деформаций моделируемых деталей с использованием программных средств показал области наибольшей и наименьшей нагрузки деталей, что позволяет точнее моделировать их геометрические параметры, а также подбирать и экономить материал.

Результаты работы наглядно демонстрируют методику автоматизированного моделирования, проектирования, анализа механики деформаций конструкций протеза кисти и возможности изготовления прототипа с использованием 3D-принтера в условиях современного цифрового инструментального производства.

**В перспективе** продолжится работа по усовершенствованию полученного прототипа и по моделированию конструктива других модулей, по разработке крепления к запястью. Начата компьютерная разработка прототипа протеза предплечья (до локтя). Готова компьютерная модель, ее сборка и анимация.

**Область применения.** Материалами работы могут быть заинтересованы инженерно-конструкторские и медицинские протезно-ортопедические организации, разрабатывающие функциональные наружные протезы верхних конечностей, компенсирующие врожденное и ампутиационное отсутствие фаланг пальцев кисти.

#### Источники информации:

- 1) ГОСТ Р 56138-2014. Протезы верхних конечностей. Технические требования. Дата введения 2016-01-01. [Ссылка](#)
- 2) ГОСТ Р 51632 Технические средства реабилитации людей с ограничениями жизнедеятельности. Общие технические требования и методы испытаний. Дата введения 2016-01-01. [Ссылка](#)
- 3) ГОСТ Р 52114-2003 Узлы механических протезов верхних конечностей. Технические требования и методы испытаний. Дата введения 2004-07-01. [Ссылка](#)
- 4) Супер Моторика. [Ссылка](#) (дата обращения: 30.09.2020).
- 5) Новое качество жизни. Протез кисти. [Ссылка](#) (дата обращения: 23.10.2020).
- 6) Компьютерный инженерный анализ в среде ANSYS Workbench. [Ссылка](#) (дата обращения: 06.11.2020).
- 7) Mechanical hand. [Ссылка](#) (дата обращения: 02.09.2020).
- 8) Протезы рук. [Ссылка](#) (дата обращения: 02.01.2020).
- 9) Индивидуальные протезы пальцев. [Ссылка](#) (дата обращения: 02.08.2020).

## Система распознавания дорожных знаков «ИТС»

Автор:

ПЕШКОВ Иван Алексеевич, МАОУ «Лицей № 82», г. Нижний Новгород

Научный руководитель:

ГУСЕВА Людмила Александровна, учитель информатики МАОУ «Лицей № 82»

Проблема безопасности на дорогах **актуальна** для всех государств. С появлением беспилотных автомобилей, управление от человека перешло к компьютеру. Чтобы обеспечить безопасность и надёжность такого транспорта, необходима разработка новой дорожной системы. В настоящее время эта проблема решается проектированием «умных дорог». Концепция «умной дороги» предполагает взаимодействие автомобиля и всех элементов дорожной системы.

При проведении исследования была поставлена **цель**: разработать систему распознавания автомобилей дорожных знаков, нанесённых в виде дорожной разметки, адаптированную к разным климатическим условиям.

Для достижения цели сформулированы **задачи исследования**:

- провести анализ существующих решений;
- разработать решение проблемы распознавания дорожных знаков;
- разработать модель дорожной системы;
- провести испытания и корректировку модели.

Распознавание дорожных знаков – важная и сложная задача, которая требует комплексного решения.

**Объектом исследования** является система дорожных знаков.

**Предмет исследования** - система распознавания дорожных знаков, нанесённых в виде дорожной разметки.

В работе применялись следующие **методы исследования**: анализ и абстрагирование, метод мозгового штурма, метод проб и ошибок, моделирование.

**Актуальность работы** заключается в снижении аварийных ситуаций на дорогах. Это стратегически важная задача, которая позволит сохранить жизнь людям, а также снизит экономические потери.

В Главе 1 «Исследование проблемы» проведён обзор источников информации, отражён процесс поиска нового решения в ходе исследования. Рассмотрены существующие решения, выявлены сильные стороны и проблемы, которые помогли разработать модель «умной дороги». В ходе работы над проектом проводились консультации с инженерами Горьковского автомобильного завода.

По результатам исследования разработана модель системы дорожных знаков, передающих автомобилю Bluetooth-сигнал, а также элементы дорожной разметки с использованием rfid-меток.

Роль водителя в управлении автомобилем не исключается полностью, система лишь помогает ему осуществлять контроль над дорожной ситуацией и не позволяет нарушать правила дорожного движения.

В Главе 2 «Описание системы «ИТС»» подробно рассмотрены компоненты разработанной модели, их устройство и принцип действия: дорожное покрытие со специальной разметкой, дорожные знаки в виде RFID-меток, автомобиль, оснащённый RFID-сканером (рис. 1).

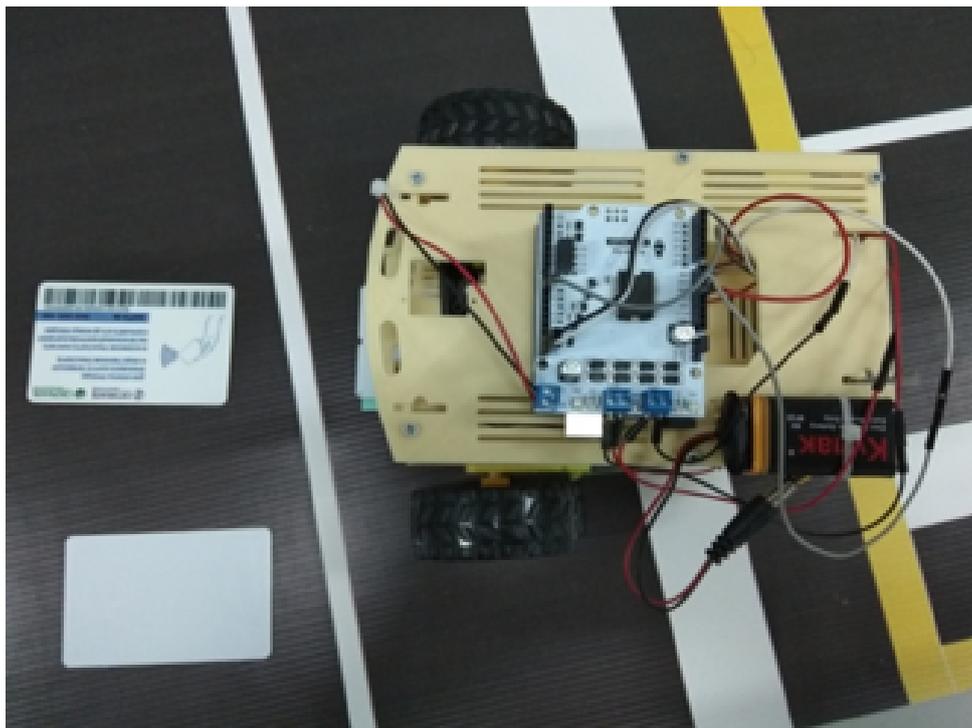


Рис. 1. Конструкция движителей

Корпус автомобиля изготовлен на 3d-принтере из качественного abs-пластика. Управление происходит при помощи платы Arduino Uno.

Для моделирования дорожного движения разработаны знаки «Стоп», «Движение без остановки запрещено» и «Поворот». Код, загруженный в метку, формируется с использованием функций библиотеки CRC и представляет собой набор команд, записанных двоичным кодом.

Алгоритм кодирования и считывания дорожных знаков приведён ниже:

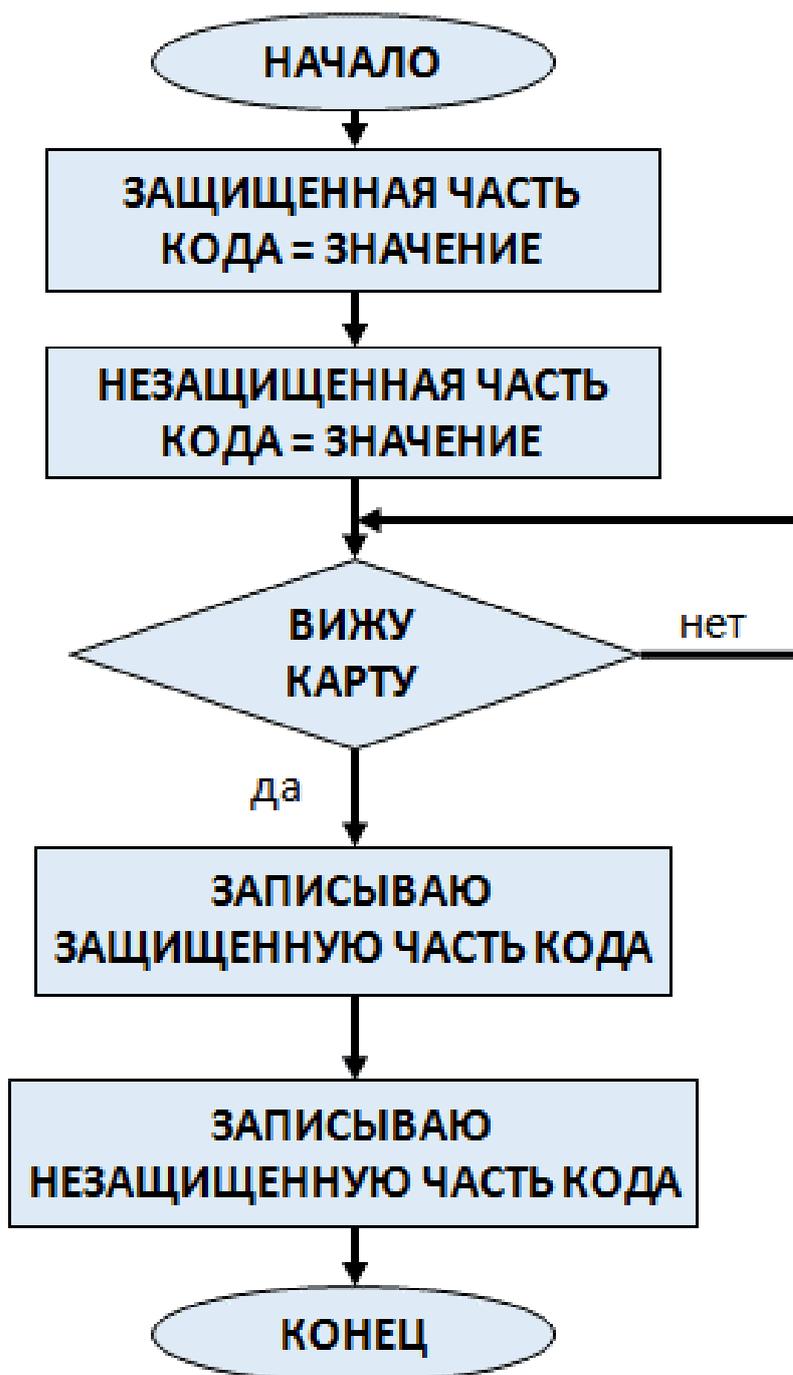


Рис. 2. Алгоритм записи CRC-кода на RFID-метку

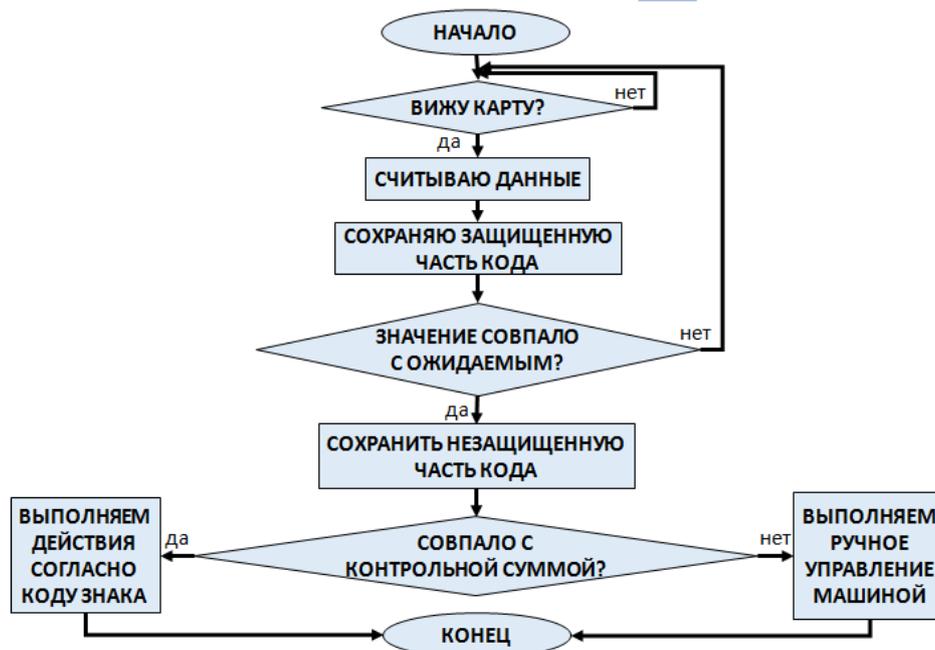


Рис. 3. Алгоритм считывания машиной CRC-кода с RFID-метки

В Главе 3 «Анализ полученных результатов» приведен экономический расчёт стоимости внедрения разработанного решения, сделаны выводы о возможности использования системы на дорогах средней полосы России.

Для написания работы использовались различные книги и интернет-источники: правила дорожного движения, книги по разработке алгоритмов

Идея «умных дорог» достаточно новая, поэтому русскоязычной литературы на эту тему недостаточно. Были изучены материалы, переведенные с английского языка, интернет-источники, содержащие новостные и аналитические ресурсы по теме разработки беспилотных автомобилей [7]. [8], [9], а также сообщества разработчиков Arduino.

#### Итоги исследования:

Плюсы использования дорожных знаков в виде rfid-разметки в системе «ИТС»:

- 1) Высокая информативность знака для машины.
- 2) Информативность знака не зависит от погодных и иных условий
- 3) Экономическая эффективность, пассивные RFID-метки стоят недорого.
- 4) Знак посылает сигнал локально, только в зоне его действия.

Данное исследование рассматривает лишь начальный этап решения важной и сложной проблемы. Исследование является прикладным. Результаты, полученные в работе, могут быть использованы при проектировании «умной» дорожной сети, а также дорог для беспилотных автомобилей, внутренних магистралей (внутри предприятия).

#### Источники информации:

- 1) Правила дорожного движения 2019. Официальный текст с иллюстрациями. - СПб: Питер, 2019
- 2) Валк Л. Большая книга LEGO MINDSTORMS EV3. - М.: Эксмо, 2017
- 3) Овсянникова Л.Ю. Алгоритмы и программы движения по линии робота Lego Mindstorms EV3. / Л.Ю. Овсянникова, Д.Н. Овсянников, А.Д. Овсянников - М.: "Перо 2015
- 4) N + 1. Интернет-издание. [Электронный ресурс] // Водитель Tesla воспроизвёл сбой автопилота. / Копиев Г. URL: <https://nplus1.ru/news/2018/04/03/tesla> (дата обращения: 05.03.2021)
- 5) Амперка [Электронный ресурс] // RFID/NFC-сканер. URL: [Ссылка](#) (дата обращения: 21.01.2021)

- 6) Википедия – свободная энциклопедия. [Электронный ресурс] // RFID. [Ссылка](#) (дата обращения: 21.01.2021)
- 7) За рулём [Электронный ресурс] // Проверяем системы распознавания знаков в деле. . *Сачков М., Мелешкин К.* / [Ссылка](#) (дата обращения: 21.01.2021)
- 8) Понятно об IT [Электронный ресурс] // Простой алгоритм распознавания дорожной разметки. [Ссылка](#) (дата обращения: 21.01.2021)
- 9) ТехАвтоПорт [Электронный ресурс] // Как работает система распознавания дорожных знаков в деле. [Ссылка](#) (дата обращения: 21.01.2021)
- 10) Уроки и проекты для Arduino [Электронный ресурс] // Урок 6. Arduino считываем метки (RFID-модуль RC522) / [Ссылка](#) (дата обращения: 21.01.2021)
- 11) Яндекс. Дзен. N + 1. [Электронный ресурс] // Как разработчики беспилотных автомобилей учат их справляться со снегом. / *Копиев Г.* [Ссылка](#) (дата обращения: 05.03.2021)

## Робот-пылесос, использующий энергию пыли

Автор:

ПРИМОВА Полина Тимофеевна, ГАОУ МО «ЛНИП» г.  
Королёв Московской области, 10 класс

**Цель работы:** минимизировать потребление роботом-пылесосом электроэнергии от сети за счёт использования энергии домашней пыли.

### Задачи:

- 1) Изучить устройство и принцип работы робота-пылесоса
- 2) Изучить состав и свойства домашней пыли
- 3) На основании результатов задачи №2 найти способы получения из пыли энергии
- 4) Рассмотреть эффективность, преимущества и недостатки пылевой энергии
- 5) Модифицировать конструкцию стандартного робота-пылесоса, добавив модули для получения энергии из пыли

**Актуальность.** В современном высокотехнологичном мире человечество потребляет огромное количество электроэнергии (в среднем 85 кВт\*ч в месяц на человека по данным ФАС). Запасы ископаемых источников энергии, таких как нефть, уголь и природный газ, заметно истощаются, не говоря уже о вреде, наносимом их использованием окружающей среде.

Ныне в быту, ввиду удобства автономности, набирает популярность робот-пылесос. Он уже расходует электричество экономнее, чем обычный пылесос, но нет предела совершенству. К тому же, пыль представляет определённую опасность для организма человека, в частности для дыхательных путей. Поэтому я хочу извлечь из пыли пользу и рассмотреть её с точки зрения альтернативной энергетики.

Пользователями такого устройства станут все люди, доверяющие работу по дому технике.

**ОПИСАНИЕ РАБОТЫ.** В процессе работы над проектом я изучила устройство и принцип работы робота-пылесоса, состав и свойства домашней пыли. Для получения энергии я предлагаю сжигать органическую часть пыли внутри пылесоса, что составляет около 38%. Это в большей степени аминокислоты и целлюлоза.

$4NH_2CH_2COOH + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O + 2N_2 + Q$  – горение аминокислоты (в данном примере – глицина)

$4HSC_2H_2CH(NH_2)COOH + O_2 \rightarrow 2HOOCCH(NH_2)CH_2SSC_2H_2CH(NH_2)COOH + 2H_2O + Q$  – горение цистеина

$(C_6H_{10}O_5)_n + 6nO_2 \rightarrow 6nCO_2 + 5nH_2O + Q$  – горение целлюлозы

Под горением подразумевается окисление органических веществ кислородом воздуха при нагревании до 200°C. Пламени при этом не будет, а количество пепла пренебрежимо мало и совершенно безопасно. Окисление будет осуществлять кислород из воздуха. Чтобы пошла реакция, нужна искра, которая будет создаваться путём подачи тока на разомкнутый проводник.

Для преобразования выделенной тепловой энергии в электрическую нужно добавить в конструкцию робота термоэлектрический генераторный модуль.

Пылесборник обычно изготавливают из пластика. Этот материал неустойчив к высоким температурам, которые сопровождают горение, поэтому контейнер нужно покрыть слоем металла изнутри, что оптимально для сохранения внешнего вида и минимального утяжеления.

Алгоритм получения энергии: реакция горения будет проводиться при накоплении достаточного количества пыли. Робот остановится, подаст напряжение на разомкнутый проводник, возникнет искра и кислород из воздуха будет сжигать пыль в пылесборнике. Когда вся органика в пыли окислится, возникнет тепловая энергия. Она пойдёт на термоэлектрический генераторный модуль. Далее сгенерированная электрическая энергия пойдёт на заряд аккумулятора. После этого робот продолжит свой стандартный цикл работы.

Для преобразования выделенной тепловой энергии в электрическую нужно добавить в конструкцию робота термоэлектрический генераторный модуль.



Пылесборник обычно изготавливают из пластика. Этот материал неустойчив к высоким температурам, которые сопровождают горение, поэтому контейнер нужно покрыть слоем металла изнутри, что оптимально для сохранения внешнего вида и минимального утяжеления.

Алгоритм получения энергии: реакция горения будет проводиться при накоплении достаточного количества пыли. Робот остановится, подаст напряжение на разомкнутый проводник, возникнет искра и кислород из воздуха будет сжигать пыль в пылесборнике. Когда вся органика в пыли окислится, возникнет тепловая энергия. Она пойдёт на термоэлектрический генераторный модуль. Далее сгенерированная электрическая энергия пойдёт на заряд аккумулятора. После этого робот продолжит свой стандартный цикл работы.

Путём оценочных вычислений я установила, что полученная предложенным способом энергия будет крайне мала по отношению к энергии, необходимой роботу-пылесосу для регулярной уборки, однако сжигание пыли даст и ряд других преимуществ:

- за счёт уничтожения трети собранной пыли и спрессования оставшейся пыли замедляется наполняемость пылесборника;
- медленное наполнение пылесборника увеличивает время абсолютно автономной работы робота;
- при сгорании уничтожаются вредоносные частицы, содержащиеся в пыли и являющиеся причиной опасных болезней.

**Итоги исследования:** мне удалось найти способ получения энергии из пыли, основанный на горении её органической составляющей и последующем выделении тепла.

Робот-пылесос, создающий и использующий такую энергию, будет меньше потреблять электроэнергию от сети, дольше работать без помощи человека и уничтожать вредоносные частицы, содержащиеся в пыли, предотвращая их попадание в наши лёгкие.

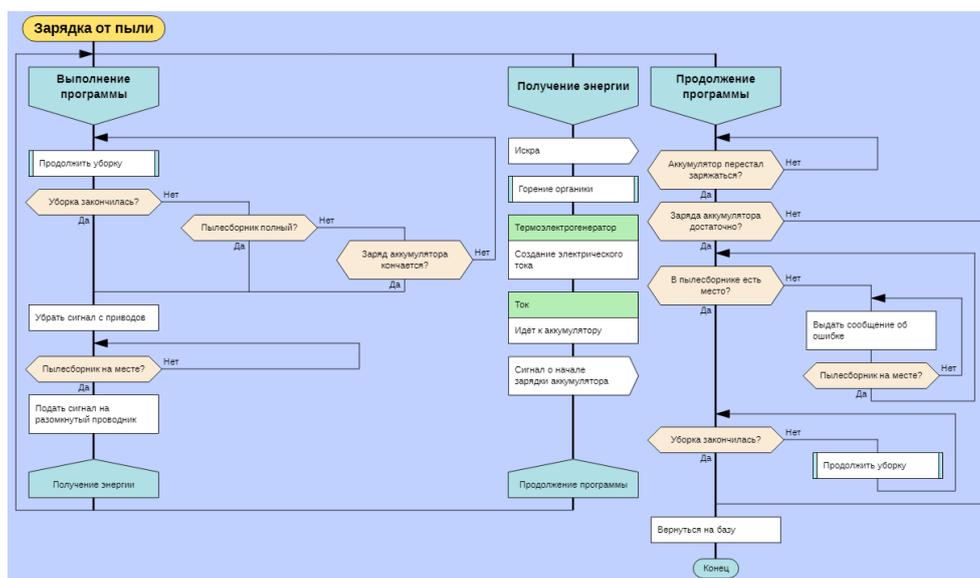


Рис. 1. Блок-схема алгоритма получения энергии из пыли

### Источники информации:

- 1) <https://tehno-rating.ru/>
- 2) <https://robotobzor.ru/>
- 3) <https://ria.ru/20181008/1530155833.html>
- 4) <https://habr.com/ru/company/qrobot/blog/199368/>
- 5) <https://umnaja.ru/>
- 6) <http://www.vokrugsveta.ru/>
- 7) <https://hi-news.ru/> с отсылкой на книгу «Биология домашней пыли» 1981 года
- 8) <https://xumuk.ru/> по материалам химической энциклопедии - *Линеджер А.*, Основы биохимии, пер. с англ., т. 1, М., 1985, с. 167-76, В. В. Баев

- 9) <https://www.doctor-al.ru/news/33561/>
- 10) <https://www.yaklass.ru/>
- 11) <https://resh.edu.ru/>
- 12) <https://www.joom.com/ru/products/1485940436456151239-94-1-26341-2118867607>
- 13) <https://www.chipdip.ru/product/tgm-287-1.0-1.5>
- 14) <https://habr.com/ru/post/375313/>
- 15) <https://impgold.ru/chemical/calculation/>

## Прямоходящий робот

Автор:

РЕДЬКО Алиса Андреевна, БОУ СМР "СОШ№9"г. Сокол  
Вологодской области, 11 класс

Научный руководитель:

НЕКРАСОВА Ирина Владимировна, учитель информати-  
ки, БОУ СМР «СОШ№9»

**Цель работы:** разработка прямоходящего робота на основе компьютера VEXIQ.

**Задачи:**

- 1) Выбор способа движения
- 2) Исследование принципа работы гусеничного хода и подвижных конечностей
- 3) Сборка робота с учетом центра тяжести
- 4) Разработка программы робота для передвижения
- 5) Тестирование робота в сложных условиях

**Научная новизна** работы заключается в возможностях передвижения робота, то есть он будет видеть препятствия, после чего будет их избегать. Также он сможет брать большие, но не тяжелые предметы и переносить их. Преимуществом данного робота является дешевизна его сборки.

**Практическая значимость.** Робота можно активно использовать в учебном процессе на занятиях робототехники и физики. На его примере дети смогут увидеть важность центра тяжести и равновесия для различных механизмов. Также они увидят наглядный пример использования датчиков и то как их программировать. При демонстрации они увидят способ использования гусеничного хода и радиоуправление, что в свою очередь показывает важность радиоволн.

**Описание работы.** Работа состоит из четырех основных разделов.

В первом разделе выявлялись недостатки и достоинства гусеничного движителя и анализируются аналогичные роботы.

Во втором разделе расписана элементарная база влияющих на работу робота физических явлений и на основе ожидаемых параметров рассчитаны те же явления.

В третьем разделе рассмотрена конструкторская часть работы. Показан ход сборки робота и принцип его программирования.

В четвертом разделе исследованы поверхности на которых он может работать, способ избегания препятствий и выяснение грузоподъемности.

На основе вышеизложенных знаний сделано заключение о результате проделанной работы.

**Итоги исследования:** сконструированный робот на гусеничном ходу с руками на радиоуправлении и необходимыми датчиками для его работы, который уже сейчас может быть использован.

```
1 // Include the IQ Library
2 #include "iq_cpp.h"
3
4 // Allows for easier use of the VEX Library
5 using namespace vex;
6
7 int Brain_precision = 0;
8 float myVariable;
9
10 int whenStarted1() {
11     return 0;
12 }
13
14 int whenStarted2() {
15     while ((pered.distance(mm) > 310.0)) {
16         nogalev.spinFor(forward, 40.0, degrees, true);
17         nogaprav.spinFor(forward, 40.0, degrees, true);
18         wait(20, msec);
19     }
20     nogaprav.spinFor(forward, 720.0, degrees, true);
21     Brain.playSound(wrongWay);
22     return 0;
23 }
24
25
26 int main() {
27     task rc_auto_loop_task_Controller(rc_auto_loop_function_Controller);
28
29     vex::task ws1(whenStarted2);
30     whenStarted1();
31 }
```

Рис. 1. Основная программа робота

### Источники информации:

- 1) Электронная публикация. Режим доступа: <https://vektorus.ru>
- 2) Электронная публикация. Режим доступа: <https://scienceforum.ru>
- 3) Электронная публикация. Режим доступа: <https://www.kubtrans.com>
- 4) Электронная публикация. Режим доступа: <https://www.army-technology.com>
- 5) Электронная публикация. Режим доступа: <http://niism.bmstu.ru>
- 6) Электронная публикация. Режим доступа: <http://www.mforum.ru>
- 7) Электронная публикация. Режим доступа: <https://studme.org>
- 8) Электронная публикация. Режим доступа: <https://studref.com>
- 9) Электронная публикация. Режим доступа: <https://offroadrest.ru>
- 10) Электронная публикация. Режим доступа: <https://www.pinterest.ru>

### Приложение

```
1 // Include the IQ Library
2 #include "iq_cpp.h"
3
4 // Allows for easier use of the VEX Library
5 using namespace vex;
6
7 int Brain_precision = 0;
8 float myVariable;
9
10 int whenStarted1() {
11     return 0;
12 }
13
14 int whenStarted2() {
15     while ((pered.distance(mm) > 310.0)) {
16         nogalev.spinFor(forward, 40.0, degrees, true);
17         nogapprav.spinFor(forward, 40.0, degrees, true);
18         wait(20, msec);
19     }
20     nogapprav.spinFor(forward, 720.0, degrees, true);
21     Brain.playSound(wrongWay);
22     return 0;
23 }
24
25
26 int main() {
27     task rc_auto_loop_task_Controller(rc_auto_loop_function_Controller);
28
29     vex::task ws1(whenStarted2);
30     whenStarted1();
31 }
```

Таблица 1. Функциональные возможности робота

Примечание: Так как при движении по песку теоретические ожидания совпали с результатом, то отклонение от ожиданий составило 0%. Угол наклонной плоскости, полученный практическим путем, отличается от исходного в два раза, таким образом отклонение от ожидания стало 50%. При движении по неровной поверхности ожидалось падение в половине случаев, а в результате экспериментов падений не было замечено, таким образом отклонение от ожидания составило 50%. В теоретическом ожидании скользкая поверхность препятствовала движению робота, но на практике робот двигался без затруднений по скользкой поверхности, так как ожидания не подтвердились, то отклонение - 100%. При проектировании робота, ожидалась грузоподъемность до 70 грамм, а полученные в ходе экспериментов результаты превосходили ожидания на 10 грамм, таким образом отклонение равняется 14%.

## Создание модуля сбора данных с импульсных счетчиков энергоресурсов

<b>Авторы:</b>	РЕМИЗОВ Олег, БОНДАРЬ Даниил, МБОУ «ИТ - лицей №24» г. Ижевск Удмуртской республики, 11 класс информационно-технического профиля
<b>Научный руководитель:</b>	ТЮЛЬКИН Михаил Витальевич, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, приборостроительный факультет, кафедра "электротехника" старший преподаватель; специалист в области промышленной автоматизации

**Цель работы:** исследовать комплектующие, необходимые для создания прибора, создать прибор и необходимую экосистему программного обеспечения к нему.

### Задачи:

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Изучить принцип работы импульсного счетчика.
- 3) Выявить характеристики, которыми должно обладать устройство.
- 4) Выполнить исследование возможных плат микроконтроллеров.
- 5) Определить наиболее подходящую плату для устройства.
- 6) Собрать устройство.
- 7) Написать программное обеспечение к нему устройству.
- 8) Создать сайт для отслеживания данных, автоматически преданных со счетчика.
- 9) Протестировать устройство на реальных счетчиках энергоресурсов.
- 10) Провести исследование, доказывающее актуальность устройства.
- 11) Подготовить расчёт экономической эффективности проекта.

**Научная новизна** работы отличается новаторством в исследуемой тематике, так как не создано устройство, которое может встраиваться в существующую систему домашних приборов учета с минимальными затратами, соответственно, неизвестна и наиболее подходящая для этого плата. Конечно, для новых домов существуют готовые полноценные решения, спланированные еще на этапе проектирования. Однако в стране остается подавляющее большинство домов, в которых такие системы не предусмотрены. Поэтому необходимо разработать устройство, которое встраивается в домашнюю инфраструктуру с минимальными потерями.

**Практическая значимость.** В исследовательской работе проведена практическая разработка устройства, подключающегося к ранее установленным импульсным счетчикам энергоресурсов, без необходимости замены; создан сайт, принимающий показания всех подключённых к устройству счетчиков. Если договориться с местными компаниями энергосбыта, можно осуществлять автоматическую отправку показаний.

На сегодняшний день, по результатам проведённой работы, продолжается отладка прибора в реальных домашних условиях.

**Описание работы.** Основное содержание работы – исследование доступных плат микроконтроллеров, выбор наиболее подходящей и создание устройства и сайта с личным кабинетом.

Выбор пал на импульсные счётчики неслучайно. Они максимально доступные, а главное установлены во многих квартирах. Таким образом, удалось создать устройство, которое может встраиваться в систему счетчиков квартиры без дополнительных вложений и строительных работ, в случае, если на данный момент уже установлены импульсные приборы учета.

Работа проводилась в школьной мастерской:

- определены процессы, которые необходима осуществлять микроконтроллера плата;
- выбрана наиболее подходящая плата (NodeMCU ESP8266);
- разработана структурная схема(Рис.1);

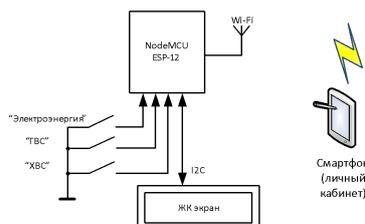


Рис. 1. Структурная схема устройства

- разработана схема электрическая принципиальная;
- собрано устройство (Рис. 2);



Рис. 2. Внешний вид устройства. На экране показания двух подключенных счетчиков — электричества №1 и воды №2

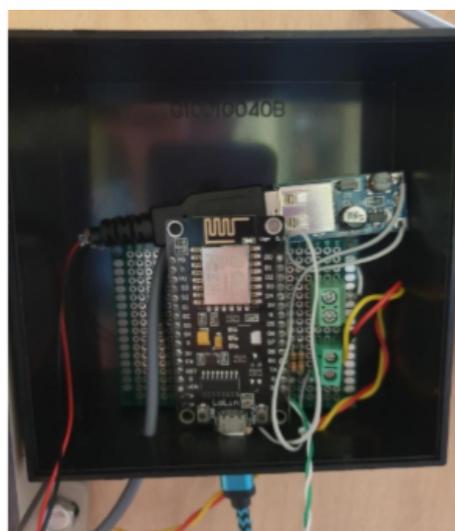


Рис. 3. Устройство изнутри

- написана программа для микроконтроллера в среде Arduino IDE;
- разработан дизайн главного окна сайта (рис.4);

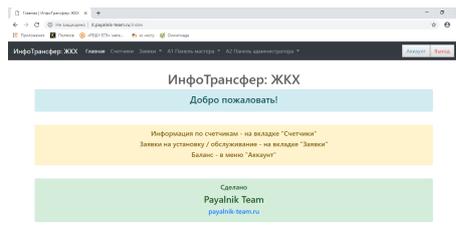


Рис. 4.

- разработка дизайна окна личного кабинета сайта (рис.5);

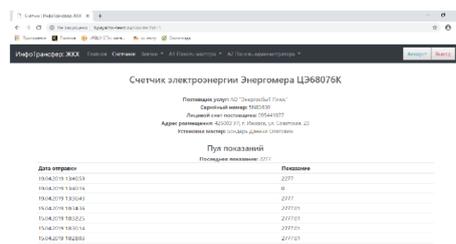


Рис. 5.

- отладка и проверка работы устройства.
- представлена экономическая эффективность проекта (срок окупаемости 1,3 месяца).

**Итоги исследования:**

В процессе разработки получилось устройство, к которому возможно подключить любой импульсный счетчик, цена которого почти не отличается от стандартного счетчика и в разы ниже цены GSM-счетчика и различных цифровых счетчиков. С помощью этого устройства мы смогли решить проблему несвоевременной подачи показаний и помочь пользователю контролировать расход ресурсов с помощью удобного личного кабинета. Радует, что получилось работающее, законченное устройство. Поставленная цель была достигнута с помощью руководителя проекта, за что ему хочется выразить отдельное спасибо.

**Источники информации:**

- 1) <https://esp8266.ru/>
- 2) <https://www.arduino.cc/>
- 3) <https://teplovodokhran.ru/>
- 4) <https://arduino-master.ru/>
- 5) <http://edurobots.ru/>
- 6) <http://arduino.ru/>
- 7) <https://amperka.ru/>

## Самодельная приемная антенна для цифрового телевидения

**Автор:**

РОМАНОВ Максим Олегович, учащийся 9 а класса МБОУ «Комсомольская СОШ №1» Комсомольского района Чувашской Республики

**Научный руководитель:**

РОДИОНОВ Петр Васильевич, учитель технологии МБОУ «Комсомольская СОШ №1» Комсомольского района Чувашской Республики

**Актуальность** данной работы заключается в том, что в настоящее время, в с. Комсомольское Комсомольского района Чувашской Республики, началось вещание цифрового телевидения. Местоположение ряда домов не позволяет эффективно принимать или не принимает цифровой сигнал DVB-T2.

**Основной целью** данной работы было изготовить самодельную антенну, способную принимать цифровой сигнал DVB-T2 с хорошим качеством сигнала в любом населённом пункте Комсомольского района.

Для успешной реализации данного проекта были поставлены следующие **задачи**:

- 1) Изучить соответствующую техническую литературу о телевизионном цифровом вещании.
- 2) Сравнить качество приема цифрового сигнала своей антенны со стандартными комнатными и внешними антеннами.
- 3) Изготовить крепеж, который обеспечит универсальность готового продукта и простоту сборки.

**Гипотеза исследования:** Если изготовить антенну, используя в качестве медный круг, то качество приема цифрового сигнала повысится.

**Предметом исследования** является самодельная цифровая антенна DVB-T2.

**Объектом исследования** является качество самодельного цифрового сигнала DVB-T2.

**Методы исследования:**

Методы эмпирического исследования (наблюдение, сравнение, измерение, анализ и синтез); теоретический (изучение технической литературы по данному вопросу), экспериментальный, сравнительный.

**Новизна исследования:** Конструкция антенны, разработанная радиолюбителем В. Ковачевым впервые была опубликована в болгарском журнале "Млад Конструктор" №8 за 1992 год. Как выяснилось, она хорошо подходит и для приема сигналов цифрового телевидения стандарта DVB-T2. Поэтому для районов с очень слабым приемом сигналов цифрового телевидения я решил попробовать эту конструкцию.

**Практическая значимость:** данная антенна имеет преимущества в виде низкой цены и лучшего качества сигнала по сравнению с заводскими антеннами.

## Пропускная Система контроля санитарногигиенических норм «Гендальф»

Автор:

СВЯЗОВ Андрей, Ученик 10 класса МБОУ СОШ № 23 От  
ДЮЦ «Гелиос»

Научный руководитель:

АХМАДАЛИЕВ Б.М.

**Проблема** исследовательской работы – создание пропускной системы контроля санитарно-гигиенических норм, с предварительным расчетом параметров с помощью разработанного ПО.

В данной работе были рассмотрены вопросы по созданию программного обеспечения пропускной системы контроля санитарно-гигиенических норм.

При разработке программы была изучена теория программирования по основам компьютерного зрения. По введенным данным и сделанным расчетам, ПО определяет наличие маски у человека. ПО позволяет определить нарушает ли человек санитарно-гигиенические требования в местах большого скопления людей в период пандемии и допустить до входа через турникет.

**Цель работы:** Создать контрольно-пропускную систему на наличие средств индивидуальной защиты.

### Задачи:

- Разработать ПО для поиска и захвата лиц;
- Разработать поиск контуров лица, губ и носа;
- Разработать ПО для поиска наличия средств индивидуальной защиты;
- Интегрировать ПО с контрольно-пропускным пунктом.

При решении данных задач использовались такие **методы:** анализ источников, изучение теории, создание компьютерной программы, практическая работа.

Предлагаю использовать программу для дальнейшей разработки системы санитарно-гигиенических норм.

На практике было использовано и протестировано разработанное ПО.

Данное ПО можно будет рекомендовать для пропускных систем заводов, метро и других мест с массовым пребыванием людей.

## Применение технологий искусственного интеллекта и компьютерного зрения в программировании робототехники

Автор:

СЕВАСТЬЯНОВ Даниил Дмитриевич, 10 класс Университетский Лицей №1511 предуниверситария НИЯУ МИФИ, г. Москва

**Введение:** до недавнего времени основной проблемой создания автономных роботов и внедрения обучающихся киберфизических систем на производства была программная сторона, а именно отсутствие единого фреймворка, который предоставлял бы основу и структуру программного обеспечения робота и облегчал бы программирование любого робота, вне зависимости от сферы его применения и предназначения. Также требовался мини компьютер, который мог бы обеспечить должную производительность, а также обладал низким энергопотреблением, и смог разместиться в корпусе робота. И основной задачей моего проекта является показать, что все эти проблемы уже решены.

**Цель:** собрать и запрограммировать автономный манипулятор с голосовым управлением, который по команде сможет находить и захватывать определённый предмет.



Рис. 1.

С технической стороны я использовал 6 сервоприводов mg966r, простую usb камеру, ультразвуковой датчик расстояния hc-sr04, микрофон и динамик, для управления сервоприводами и получения данных с датчика я использовал Arduino uno и Arduino nano, в качестве главного управляющего центра – одноплатный компьютер raspberry pi 4b.

С программной стороны я использовал 2 языка программирования – python и C++. В основе всего программного обеспечения я использовал Robot Operating System (ROS) – это фреймворк для программирования роботов, который представляет из себя операционную систему робота, устанавливаемую поверх операционной системы (в основном linux), ROS помогает разбить большой проект на подпрограммы, которые могут обмениваться данными определённого типа между собой. Это также позволяет использовать все библиотеки и фреймворки языков python и C++ в программировании робота, а также многое другое. Также в ROS есть множество готовых пакетов, предназначенных для различных решения задач робототехники, например: есть пакет, который решает проблему одновременной локализации и построения карты (SLAM), при помощи таких датчиков как Lidar или rgb-d камера, это позволяет роботу ориентироваться и перемещаться в полностью неизвестный для него среде, но я в своём проекте решил использовать максимально дешёвые и доступные датчики.

Сначала манипулятор получает голосовую команду и определяет название предмета, потом манипулятор начинает вращаться и при помощи предварительно обученной модели обнаружения объектов архитектуры `ssd mobilenet` из библиотеки `tensorflow` ищет объект на изображении с камеры, а также определяет координаты пикселей его центра. Из-за процессора `raspberrypi` скорость обнаружения объектов библиотеки `tensorflow` написанной на `python` не превышала 3х кадров в секунду, поэтому я построил реализацию `tensorflow` на `C++` из исходного кода, это позволило достичь скорости 12 кадров в секунду, но мне не удалось использовать модель, обученную на моих данных, из-за разных версий `tensorflow` на компьютере и `raspberrypi`, поэтому я решил приобрести и использовать `pru intel movidius neural compute stick 2` (нейропроцессор для ускорения ИИ алгоритмов), и снова использовать библиотеку `tensorflow` на `python`.

Дальше мы устанавливаем манипулятор и камеру так, чтобы объект оказался в центре изображения, и при помощи датчика расстояния и угла наклона сервопривода камеры определяем координаты расположения объекта, считая, что координата (0,0) находится у основания манипулятора. Далее, мы должны найти такую комбинацию углов манипулятора, чтобы он оказался в положении захвата объекта, для этого я использовал обучение с подкреплением и алгоритм Q Learning, используя обратную кинематику и зная размеры каждой части манипулятора мы определяем, насколько близко или далеко от цели находится манипулятор, и продолжаем до тех пор, пока не найдём подходящую нам комбинацию углов. Далее нам остаётся захватить объект.

Подводя итог, хочу сказать, что развитие цифровых технологий и использование их в робототехнике существенно упростило процесс создания программного обеспечения современных роботов и позволило расширить их возможности и сферы применения. Комбинация программного и технического подхода в робототехнике позволяют создавать умные и автономные производства

#### **Источники информации:**

- 1) Programming Robots with ROS: A Practical Introduction to the Robot Operating System, *Morgan Quigley*.
- 2) Learning Robotics Using Python, Lentin Joseph. 3) Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron.
- 3) Deep Learning for Computer Vision with Python, Practical Python and OpenCV, Adrian Rosebrock.
- 4) Artificial Intelligence for Robotics build intelligent robots that perform human tasks using AI techniques, Francis X. 7) Robot Operating System (ROS) The Complete Reference, Springer.

## Создание прототипа устройства, считывающего движения кисти человека

Автор:

СМИРНОВ Дмитрий Евгеньевич, МБОУ «ЛИТ», Новосибирск, Новосибирская область, 10 класс с инженерной специализацией

Научный руководитель:

ВОРОНОВ Виталий Владимирович, старший преподаватель кафедры систем сбора и обработки данных НГТУ

**Цель работы:** создание прототипа электронного устройства, способного определять перемещения кисти руки человека в пространстве.

### Задачи:

- 1) Изучить имеющиеся решения в интернете
- 2) Составить выборку из возможных вариантов реализации устройства
- 3) Найти наилучшую идею
  - ) Бюджетная
  - ) Функциональная
  - ) Удобная
- 4) Начать поиск информации о выбранном мною способе исполнения идеи
- 5) Составить список необходимых компонентов и электронных модулей, нужных для сборки устройства
- 6) Собрать опытные датчики
- 7) Найти недостатки и исправить их
- 8) Собрать испытательный образец
- 9) Написать код для работы устройства
- 10) Запустить образец
- 11) Найти и исправить ошибки и недостатки
- 12) Собрать исправленное устройство

**Научная новизна** использование оптических датчиков изгиба в прототипе устройства, собирающего информацию о движениях кисти и повышение уровня точности снятия информации для создания более детального образа перемещения пальцев

### Практическая значимость:

Сборка доступного устройства, отслеживающего движения кисти человека сейчас актуальна благодаря востребованности рынком и промышленностью современных устройств, позволяющих быстро и точно передавать человеком команды для управления беспилотниками, станками, роботами, медицинскими манипуляторами и иными устройствами посредством движений своего тела.

Сейчас на рынке есть большое количество готовых решений, НО большинство из них отличается либо дороговизной, либо очень большими размерами, что неудобно для использования. Из-за этого создание недорогого и компактного устройства сейчас актуально.

### Описание работы:

Основное содержание работы – деятельность по созданию прототипа устройства – контроллера и датчиков изгиба, которые смогут собирать данные об изгибе пальцев и движениях кисти, благодаря изменениям напряжения фоторезистора при уменьшении или увеличении изгиба датчика.

Я создал модели датчиков, которые служат основными самодельными узлами устройства, изучил источники информации, связанной с моей работой, создал модели испытательных образцов датчиков в САД и изготовил на 3д принтере, исследуя настройки слайсеров.

Для изготовления наиболее качественных датчиков было сделано большое количество моделей и образцов для исследования, проведены поиски подходящих материалов и компонентов для сборки.



**Итоги научно-исследовательской работы:** я собрал датчики изгиба, используя светодиоды и фоторезисторы, сделал качественные детали для создания устройства и начал сборку и испытания устройства.

## Приложения



Рис.1 Схема датчика



Рис.2 Датчики изгиба

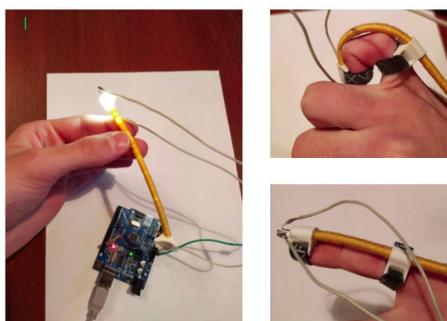


Рис.3 Тестирование нового датчика изгиба

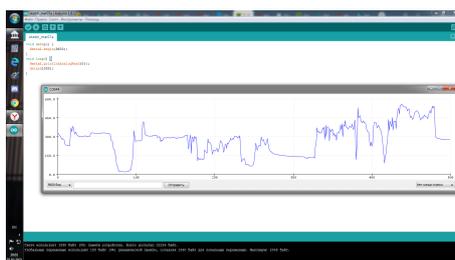


Рис.4 Изменение напряжения при изгибах

## Разработка роботизированного комплекса для сортировки и раздельного сбора мусора

Автор:

СОМОВА Екатерина Анатольевна, МАОУ СОШ № 2, г. Курганинск Краснодарского края; 10 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

ПОПКО Кирилл Сергеевич, инженер-радиофизик, магистр радиофизики, директор ЦМИТ «Перспектива», г. Курганинск

В настоящее время существует **проблема**, связанная с отсутствием сети мусороперерабатывающих и мусоросортировочных центров на территории РФ. Проблема усугубляется еще и отсутствием культуры сортировки мусора.

**Решением** может послужить разработка роботизированного комплекса для сортировки мусора.

Робот представляет собой совокупность рычажного механизма, системы приводов под управлением программируемого устройства, которое перемещает инструмент в любую точку зоны обслуживания, камеры, отвечающей за определение расположения сортируемых объектов, а также конвейерной линии, отвечающей за передвижение мусора. Система управления собирается на базе микроконтроллера ATmega и транзисторной сборки ULN2003A.

**Актуальность** работы подтверждается исследованиями известных производственных компаний, таких как Universal Robots, ZenRobotics, Panasonic.

Работа выполняется в рамках **приоритетного направления** развития науки, технологий и техники в РФ: «Робототехнические комплексы (системы) военного, специального и двойного назначения», а также направления НТИ: Технет.

**Цель:** сконструировать роботизированный комплекс для сортировки и раздельного сбора мусора на конвейерной линии.

**Задачи:**

- 1) Изучить литературу по теме: «Сортировочные роботы, их устройство и функции» с целью поиска аналогичных разработок и изучения механизма.
- 2) Сконструировать экспериментальный образец робота.
- 3) Разработать систему управления.
- 4) Собрать готовое устройство.
- 5) Провести ряд испытаний.

**Вывод:** в ходе выполнения работы была изучена литература по теме: «Сортировочные роботы, их устройство и функции»; изучена классификация роботов: по типу управления, по типу позиционирования, по типу назначения и по способу передвижения; проведён обзор литературы с целью поиска аналогов проекта; были освоены программы 3D-моделирования и 3D-печати: Autodesk Inventor (Pro) 2017, Polygon и Polygon X; изучена информация о зубчатой передаче, проведен расчет и сборка редуктора; собран опытный образец робота; разработан алгоритм управления роботом; проведен ряд испытаний, в результате которого были внесены изменения в конструкцию в части соединений элементов манипулятора, поворотной оси и расположения двигателя.

В будущем планируется создание системы управления, в частности разработка программного обеспечения; создание пульта дистанционного управления; разработка системы машинного зрения.

## Робот-официант

Авторы:

ТЮРНИКОВ А., КАРИБДЖАНОВ М., учащиеся 11  
класса ГБОУ г. Москвы «Школы № 1363»

Научный руководитель:

ЧАРНАЯ О.М., учитель информатики ГБОУ г. Москвы  
«Школы № 1363»

Основной проблемой роботизации сферы услуг в настоящее время является все еще недостаточная оснащенность данного направления деятельности человека роботизированными устройствами и несовершенство отдельных существующих решений.

**Цель проекта:** проектирование и создание робота-официанта для использования в сфере общественного питания.

**Задачи:**

- оценка имеющихся решений в сфере общественного питания и формулирование перечня критериев для робота-официанта;
- проектирование робота;
- создание алгоритмов и реализация интерфейса взаимодействия робота-официанта с окружающими.

**Методы работы над проектом:** изучение и обобщение, наблюдение, анализ, моделирование, эксперимент.

**Оборудование и программное обеспечение использованные в работе над проектом:** конструктор Studica, среды: Labview, Fusion 360 – Autodesk, Autocad.

Работа **актуальна** так как сейчас век быстро развивающихся технологий. С каждым днем роботизация даже обычных процессов приближается все ближе и ближе. Не обходит этот процесс и сферу услуг. Во многих известных предприятиях уже активно используют роботов. Роботы сейчас наиболее актуальны не только как дешевая рабочая сила, но и как средство привлечения клиентов. Используя роботов предприниматель может повысить и посещаемость, и качество товара или услуги. Таким образом, общая выгода возрастает в 5-10 раз в зависимости от направления деятельности.

**Этапы проекта:**

- 1) Оценка имеющихся решений в сфере общественного питания
- 2) Проектирование робота-официанта
- 3) Создание алгоритмов и реализация интерфейса взаимодействия робота-официанта с окружающими
- 4) Доработка, калибровка, устранение недостатков
- 5) Финальная проверка всех составляющих

В результате работы над проектом был спроектирован и создан робот-официант, который способен автоматически доставлять заказы до клиента, а также имеет некоторые функции для различных экстренных ситуаций, таких как: появление клиента перед роботом и т.д. Робот-официант создан специально для использования в сфере общественного питания и подходит под предъявляемые требования.

Была проведена оценка уже имеющихся решений, был спроектирован прототип робота-официанта, а также созданы алгоритмы и интерфейс взаимодействия робота-официанта с работниками и посетителями.

**В дальнейших планах** стоит разработка абсолютно роботизированного ресторана, где роботы принимают, готовят, выдают заказы и т. д.



**Источники информации:**

- 1) *Тывес Л.И.* Механизмы РОБОТОТЕХНИКИ: Концепция развязок в кинематике, динамике и планировании движений Изд. 2, стереотип. – Издательство: URSS, 2018.
- 2) *Дж. Трэвис, Дж. Кринк* LabView для всех Изд.4 Издательство: ДМК Пресс, 2015.
- 3) *А.И. Корендяев.* Теоретические основы робототехники. Книга 1. Издательство: Наука, 2006.
- 4) *Е.И. Юревич.* Основы Робототехники. Издание 4. Издательство: БХВ-Петербург, 2018.

## Разработка многопрофильного человекоподобного робота-андроида с системами искусственного интеллекта

Автор:

УШАКОВ Даниил Сергеевич, МБОУ Гимназия города Ливны Орловской области, 10 класс технологического (физико-математического) профиля

Научный руководитель:

УШАКОВ Сергей Васильевич, руководитель оАСУП АО «Автоагрегат», г. Ливны Орловской области

**Цель работы:** создание широкопрофильного робота - андроида с искусственным интеллектом.

**Этапы работы:**

- 1) Технологическое проектирование и изготовление
  - 3D проектирование корпуса и механических элементов | Blender
  - Разработка электронных схем и печатных плат | Proteus
  - Изготовление и сборка узлов андроида | 3D печать
- 2) Разработка программного обеспечения
  - Создание системы внутреннего управления андроидом | C++
  - Создание системы интеллектуального управления | Python
  - Создание системы связи и OTA | C++, Python
- 3) Отладка и настройка
  - Настройка внутренних и интеллектуальных систем управления андроидом

**Актуальность работы** заключается в решении открытой проблемы отсутствия комплексных человекоподобных робототехнических систем, имеющих не только хорошие конструктивные характеристики, но и многопрофильный искусственный интеллект.

**Практическая значимость.** Благодаря применению технологий и систем искусственного интеллекта, созданных в ходе работы над проектом, стало возможным наделять робота интеллектуальными и физическими умениями схожими с человеком:

- ) Стереоскопическое зрение
- ) Восприятие и работа с речью
- ) Осязание
- ) Органы равновесия
- ) Знания в различных областях

**Таким образом** был разработан андроид с многопрофильным искусственным интеллектом, что позволяет использовать его для различных целей начиная с консультирования людей заканчивая автономной работой в изолированных от управления человеком условиях.

**Описание работы.** Был произведен подробный анализ всех аналогов, выявлены их достоинства и недостатки, которые, согласно моим производственным возможностям, были учтены в дальнейшей разработке моего андроида.

Спроектирован и реализован действующий физический андроид. Для этого был применен ряд различных технологий и ресурсов, в том числе программных. Таковыми стали Blender 3D для 3х мерного проектирования и Proteus для электронного. Немаловажным является и применение 3D печати, имеющейся в моем распоряжении, без которой было бы невозможным превратить виртуального робота в физического. Помимо этого, в андроида интегрирован ряд собственноручно изготовленных электронных схем и электромеханических компонентов.

Разработано внутреннее ПО для управления физическими системами андроида в Arduino IDE на языке C/C++. Для обновления прошивок реализована доставка обновлений по технологии OTA (Over the air) – т.е. «по воздуху».



Разработано интеллектуальное ПО распределенных облачных вычислений с применением нейросетевых технологий. Оно разрабатывается в PyCharm IDE на языке Python 3.9. Программное ядро осуществляет контроль состояния параллельных процессов и управляет логистикой обмена данными между ними посредством сокетов. Для реализации логистики разработана собственная система команд.

**Итоги проекта:**

- Спроектирована виртуальная модель всех систем андроида
- Изготовлен реальный, действующий робот-андроид
- Разработано ПО внутреннего управления роботом
- Разработано ПО внешнего управления с технологиями ИИ

Ключевыми элементами проекта стало применение новейших технологий для проектирования и изготовления андроида, а также оснащение его собственными системами искусственного интеллекта с элементами машинного обучения.

Видео демонстрация результатов проекта: <https://cloud.mail.ru/public/HNQM/5i74j9Sph>

Критерии сравнения	Федор Андроидная техника	Atlas Boston Dynamics	InMoov Open source	Asimo Honda Motor	Amico Проектный андроид
Технические характеристики	Средние бесколлекторные двигатели; несколько 32х битных процессоров.	Высокие Бесколлекторные двигатели; несколько 64х битных процессоров.	Низкие простейшие серво-приводы; два 8хх битных процессора.	Средние устаревшие коллекторные моторы; Один 64х битный процессор	Средние современные шаговые двигатели; восемь 32х битных процессоров.
Искусственный интеллект	Средний Средний набор возможностей	Низкий Низкий набор возможностей	Отсутствует	Средний Средний набор возможностей	Высокий Широкий набор возможностей
Алгоритмы управления	Средние Расширенные вычисления	Высокие Сложные вычисления	Низкие Базовые вычисления	Средние Расширенные вычисления	Средние Расширенные вычисления
Открытость проекта	секретный	секретный	открытый	Частично открытый	открытый
Затраты по проекту	Не разглашаются	1 млн \$ 75 млн Р	800 \$ 60 тыс Р	0,5 млн \$ 38 млн Р	900 \$ 66 тыс Р

Таблица 1. Сравнительная таблица аналогов проекта

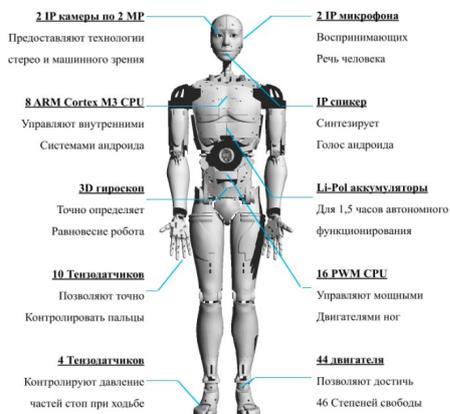


Рисунок 1. Внешний вид и физическое оснащение андроида

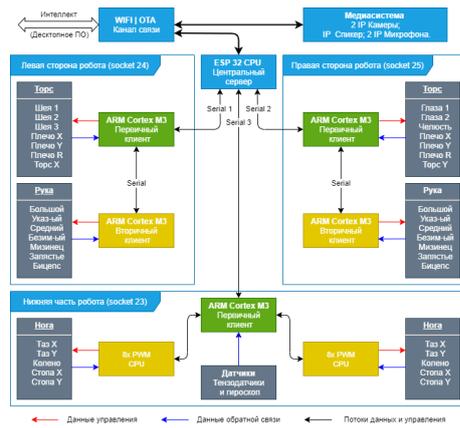


Рисунок 2. Схема строения внутренней системы управления андроидом

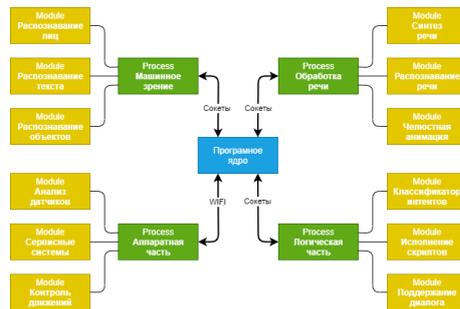


Рисунок 3. Схема строения ПО интеллектуального управления андроидом

## Разработка устройства имитации глаз

Автор:

ФЕДОРОВ Михаил Евгеньевич, ЦМИТ «Перспектива» г. Курганинск Краснодарского края, 10 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

ПОПКО Кирилл Сергеевич, инженер-радиофизик, магистр радиофизики, директор ЦМИТ «Перспектива» г. Курганинск

**Цель работы:** разработать устройство имитации глаз, способное наблюдать за объектом и анализировать его параметры.

### Задачи:

- 1) Изучить литературу
- 2) Узнать значение человекоподобных роботов в жизни людей
- 3) Освоить программы Arduino IDE, PolygonX, Autodesk Fusion 360
- 4) Освоить навыки в программировании: микроконтроллер ATmega328, ШИМ-контроллер PCA9685, камеру.
- 5) Создать трехмерную модель устройства
- 6) Собрать модель
- 7) Испытать работу механизма

**Научная новизна** данной работы отличается новаторством в исследуемой тематике, так как устройство может выступить в качестве дополнительного модуля для автоматизированных машин. На данный момент нет производителей, предоставляющих устройство глаз для роботов.

**Практическая значимость.** Устройство имитации глаз может привлечь внимание публики к андроиду. Способность различать формы и цвета объектов, умение вести за ними наблюдение предоставит возможность взаимодействия с окружающим миром. Так, распознавая цвет, робот сможет выполнять определенный алгоритм.

**Описание работы.** Основное содержание работы посвящено этапам разработки устройства имитации глаз.

Механизм представляет собой два основания, на которых закрепляются сервоприводы. С помощью обмена информации видеокамеры и микроконтроллера ATmega328 возможна реализация системы машинного зрения. Приводы поворачивают глаза на заданный угол, создается эффект наблюдения робота за объектом. С помощью фоторезисторов планируется способность глаз различать цвета.

В работе предоставлены:

- опытный образец устройства
- схема работы устройства
- программный код
- энергобаланс и массогабаритные параметры

**Итоги исследования:** По результатам проведённой работы, создан опытный макет устройства. Написан программный код, позволяющий глазам осуществлять элементарные движения. Параметры экземпляра: масса (231 г), габариты (д × ш × в - 85,15 × 118,83 × 44,06 мм), энергопотребление (10 Вт). Следующим этапом будет написан алгоритм, позволяющий глазам определять цвет предмета.

Элемент	Количество	Масса общая, г	Относительная погрешность массы	Максимально возможная масса, г
Плата Arduino UNO R3	1	28,00	0,5	42,000
Сервопривод SG90	6	54,00	0,5	81,000
ШИМ-Усилитель PCA9685	1	11,00	0,5	16,500
Корпус	1	61,25	0,5	91,875



Таблица 1. Массогабаритные параметры компонентов устройства

Элемент	Мощность номинальная, Вт	Мощность максимальная, Вт	TRL индекса проработки
Arduino Uno R3	0,25	0,60	TRL 3
ШИМ-усилитель PCA9685	8,00	10,5	TRL 3

Таблица 2. Расчет энергобаланса системы

Элементы	Стоимость, рублей
Плата фирмы Arduino	1000
ШИМ-усилитель PCA9685	300
Аккумулятор	300
Перемычки	100
Корпус	2490
Сервопривод SG90 (6 шт)	420

Таблица 3. Экономическое обоснование проекта

### Источники информации:

- 1) Аниматроника и роботы [Электронный ресурс] / 2020 - Режим доступа: [Ссылка](#) /, свободный. – Загл. с экрана.
- 2) Рычаг [Электронный Ресурс]/2017 – Режим доступа: [Ссылка](#) /, свободный.-Загл. С экрана
- 3) Статика [Электронный Ресурс]/2017 – Режим доступа: [Ссылка](#).
- 4) Человекоподобные роботы: польза и проблемы антропоморфных механзимов [Электронный ресурс] / 2019 – Режим доступа: [Ссылка](#)//, свободный. – Загл. с экрана.
- 5) Основы моделирования в среде Fusion 360 [Электронный ресурс] / *Губанов С. Г.*, Режим доступа - [Ссылка](#) /, свободный. - Загл. с экрана.
- 6) Основы машинного зрения в среде LabVIEW. Учебный курс / *Белиовский Николай Александрович, Белиовская Лидия Георгиевна* - М.: Художественная литература, 2017
- 7) Зловещая долина [Электронный ресурс] / 2020 – Режим доступа: [Ссылка](#) /, свободный. – Загл. с экрана.
- 8) Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами / *Саймон Монк* – СПб.: Художественная литература, 2017
- 9) Электроника. Мобильные роботы на базе Arduino / *Момот М.В* – СПб.: Художественная литература, 2017

## Разработка фильтра электронных писем на основе методов машинного обучения как способ борьбы со спамом

Автор:

ФЕДОРОВА Софья Александровна, 10 «А» класса МБОУ СМАЛ г. Самара, Самарская область

Научный руководитель:

ФАЙН Максим Кириллович, старший преподаватель кафедры высшей математики Самарского университета

XXI век – это век информационных технологий. Компьютерная техника используется в различных областях деятельности, одной из них является общение и обмен информацией. А это, в большей части, происходит за счет электронной почты. Использование указанного средства передачи и получения данных имеет большое количество плюсов, но существует и важный минус – получение нежелательных сообщений. Борьба со спамом идет уже не один десяток лет, существуют успехи в разработке и исследовании различных подходов для решения данного вопроса, но, согласно исследованиям, проведенными Лабораторией Касперского доля спама в почтовом трафике составляет около 50%. [1] Приведенная статистика доказывает **актуальность исследования**, которая выражена необходимостью разработки новых и улучшения существующих алгоритмов фильтрации спама. **Целью** данной работы является изучение и сравнение существующих способов фильтрации спама, выявление недостатков и определение оптимального алгоритма.

Для достижения поставленной цели нам необходимо было решить следующие задачи:

- 1) Анализ и описание некоторых алгоритмов фильтрации спам-фильтров;
- 2) Изучение методов оценки качества классификации спам-фильтров;
- 3) Разработка математических моделей на базе методов машинного обучения для создания спам-фильтра;
- 4) Создание программного комплекса на языке Python на базе разработанных моделей;
- 5) Анализ спам-фильтра.

Данная работа состоит из нескольких частей: теоретической и практической.

В первой главе были рассмотрены и проанализированы следующие методы автоматической классификации: наивный байесовский классификатор, логистическая регрессия и векторизация слов, на которых базируются большое количество спам-фильтров. Кроме того, было проведено сравнение метрик, которые в дальнейшем будут применяться для оценки алгоритмов, используемых в этой работе. В состав метрик вошли: Ассурасу, Точность (precision), Полнота (recall), F-мера (F-measure), коэффициент корреляции Мэтьюса (MCC). Также были проанализированы алгоритмы, используемые в популярных компаниях, таких как Mail.ru, Gmail.com и Yandex.ru. [5]

В практической главе, во-первых, выполнены поиск, сбор и обработка баз спам-сообщений, подготовка обучающей выборки. Во-вторых, проведено сравнение наивного байесовского классификатора и логистической регрессии на полученной выборке, в том числе на n-граммах. В-третьих, создан спам-фильтра на основе полученного алгоритма. В-четвертых, произведена классификация ряда писем из личной почты на основе созданной модели и сравнение качества работы спам-фильтра, основанного на предложенном алгоритме, со спам-фильтром Gmail и с экспертным мнением. Также в работе была определена область применимости построенной модели.

**По итогам работы** разработан математический алгоритм, основанный на векторизации слов и логистической регрессии, на основе которого на языке Python создан спам-фильтр, который в дальнейшем может быть использован в различных сферах.

### Источники информации:

- 1) Отчет по спаму и фишингу во 2 квартале 2020 года [Электронный ресурс] - Режим доступа: [Ссылка](#)
- 2) *Склярченко, Н.С.* Обзор алгоритмов машинного обучения, решающих задачу обнаружения спама / *Н.С. Склярченко* [Электронный ресурс] - Режим доступа: [Ссылка](#)
- 3) Лекция: Методы классификации и кластеризации [Электронный ресурс] - Режим доступа: [Ссылка](#)



- 4) *Рябенко Е., Слесарев А., Кантор В., Соколов Е., Драль Э.*, Спецкурс «Машинное обучение и анализ данных». Лекция «Прикладные задачи анализа данных» / *Д. П. Ветров, Д. А. Кропотов.* [Электронный ресурс] - Режим доступа: [Ссылка](#)
- 5) Блог компании Mail.ru Group [Электронный ресурс] - Режим доступа: [Ссылка](#)

## Безопасность интернета вещей

Автор:

ФИНОГЕНОВ Александр Дмитриевич, Автономная Некоммерческая Общеобразовательная Организация «Физтехлицей» им. П. Л. Капицы, 6 класс, г. Долгопрудный Московской области

Научный руководитель:

ФИНОГЕНОВ Дмитрий Владимирович, советник генерального директора АО «Positive Technologies»

**Цель:** найти методы противостояния взлому устройств Интернет вещей.

**Задачи:**

- 1) Сопоставить статистику производства и взломов Интернет устройств.
- 2) Изучит принципы взлома Интернет устройств.
- 3) Изучить принцип работы систем повышения защищенности Интернет устройств.
- 4) Воспроизвести механику взлома на примере макета умного дома.
- 5) Сформулировать рекомендации по безопасности Интернет устройств.

**Актуальность проекта:** в последнее время в мире стало увеличиваться количество девайсов и гаджетов, самостоятельно выходящих в сеть Интернет. И через сеть Интернет их можно взломать. В наше время производится множество взломов приборов, связанных с Интернетом, в том числе бытовых приборов, подключённых к системе «Умный дом», так называемых предметов «Интернета вещей» (IoT).

### Содержание работы

Основное содержание работы – исследование IoT устройств, их безопасности и проведение эксперимента по взлому.

Методики: поиск и систематизация информации, макетирование, моделирование, проведение экспериментов, оформление отчёта.

В Интернете я нашел диаграмму количества взломов и диаграмму динамики роста количества Интернет вещей.

Сопоставив диаграммы роста количества взломов и динамику роста количества IoT устройств можно заметить, как с ростом производства растёт и преступность. Это вполне ожидаемо, ведь с ростом количества устройств увеличивается полигон для хакеров и потенциальные объекты взлома. Но за последние 3 года количество устройств выросло в 2 раза, а кол-во взломов в 130 раз, что говорит о том, что интенсивность атак на IoT увеличилась в 65 раз!

В настоящее время количество атак через IoT составляет треть от общего количества хакерских атак.

В арсенале злоумышленников есть множество методов взлома. Самое простое – поиск в сети устройств с заводскими названиями и предустановленными паролями, которые человек поленился изменить.

Сложнее: техники взлома – Bait and Switch, кража Cookie, DoS/DDoS, подслушивание.

С вышеуказанными методами взлома существуют методы борьбы, в том числе: антивирус – базовый метод защиты, спасающий от не очень серьёзных вирусов и предупреждающий о возможных угрозах; двухфакторная аутентификация – защищает от взлома пароля; защита периметра сети - защита от перехвата информации во время её передачи.

Для демонстрации захвата управления мною создан макет, состоящий из полигона и двух устройств IoT, выполняющих функции «умного дома», и управляемого им беспилотного автомобиля на базе Lego Mindstorms.

На примере этого макета произведён захват управления одним устройством IoT, и через него отдана команда другому. Таким образом создан BotNet из IoT. После замены заводского пароля захват IoT стал невозможен.



Для повышения защищённости своего компьютера надо пользоваться несколькими простыми правилами. Главные из них:

- 1) Нельзя оставлять заводские установки.
- 2) Регулярно проводите сканирование компьютера на наличие вирусов.

#### Результат:

- 1) Подтверждена гипотеза о том, что выявление и противостояние компьютерным атакам с использованием IoT возможно.
- 2) Изучены устройства IoT.
- 3) Созданы макеты беспилотного автомобиля и «умного» дома, успешно выполняющих свои функции.
- 4) Произведен успешный взлом макетов, создан BotNet и внедрена защита от взломов.
- 5) Сформулированы рекомендации по повышению защищенности

#### Источники информации:

- 1) Российский портал, посвящённый информационной безопасности [Habr.com](http://Habr.com)
- 2) Портал о новостях Интернета вещей [Iot.ru](http://Iot.ru)
- 3) Дистрибьютор электронных компонентов [icquest.ru](http://icquest.ru)
- 4) Сайт об удалённом администрировании серверов [system-admins.ru](http://system-admins.ru)
- 5) [ptsecurity.com](http://ptsecurity.com)
- 6) *С.А. Филиппов* «Уроки робототехники»
- 7) *М.М. Киселев, М.М. Киселев* «Робототехника в примерах и задачах»
- 8) *С. Паркер* «Роботы. Большая энциклопедия»
- 9) *Л.Ю. Овсянникова, Д.Н. Овсянников, А.Д. Овсянников* «Курс программирования робота EV3 в среде Lego Mindstorms EV3»

## Система безопасности в «Умном доме»

Автор:

ХАРЛАМОВА Евгения Эдуардовна, МБОУ БГО «Борисоглебская гимназия №1» г. Борисоглебск Воронежской области, 11 класс физико-математического профиля

Научный руководитель:

БЕЛЮСТОВ Владимир Николаевич, учитель физики ВКК, Почётный работник общего образования РФ

**Цель работы:** конструирование лазерной сигнализационной системы безопасности «Умного дома» своими руками.

**Задачи:**

- 1) Проанализировать литературу по данной теме.
- 2) Исследовать и изучить преимущества системы безопасности в доме с элементами системы «Умный дом».
- 3) Сконструировать лазерную сигнализационную систему «Умного дома» своими руками.

**Научная новизна** данной работы заключается в том, что лазерная сигнализационная система безопасности никем из учащихся МБОУ БГО «Борисоглебская гимназия №1» ранее не конструировалась, и данную систему «Умного дома» можно практически применять как в качестве охранной сигнализации своего жилища, так и на уроках физики в 8 – 11 классах при изучении практического использования автоматических электрических приборов.

**Практическая значимость** заключается в том, что высокотехнологичная система «Умный дом» позволяет экономить ресурсы и время, затрачиваемые на функционирование домашних устройств, делая жизнь людей более комфортной и удобной.

**Описание работы.** «Умный дом» – это жилой дом современного типа, организованный для проживания людей с использованием автоматизированных высокотехнологичных устройств. Система контролирует работу всех устройств, находящихся в здании, путем поступления информации с датчиков на управляющие установки, которые дают команду исполнительным механизмам.

В систему «Умный дом» входит подсистема – система безопасности, которая является единой системой управления и контроля комфортом и безопасностью дома и его обитателей. Она контролирует не только целостность инженерных систем, но и отвечает за сохранность жизней жителей дома. Системы безопасности включают охранно-пожарную сигнализацию, видеонаблюдение внутри дома, видеонаблюдение за участком, видеодомофон, охрану периметра.

**Оборудование и материалы.**

Наименование	Цена, руб.
2 деревянные дощечки 150 x70 x12 мм	15
Зуммер	70
Лазерная указка	250
Пластиковые стяжки	9
Садовый светильник со светонакопителем	150
Болт М8	8
Гайка М8	10
Металлическая крышечка с отверстием	20
<b>Итого:</b>	532

Таблица 1.

Средняя цена промышленной лазерной сигнализационной системы безопасности варьируется от 1500 до 3000 рублей, что превышает стоимость моего устройства примерно в 3 раза.

**Работа устройства.** Когда лазерный луч не попадает в отверстие крышечки, прикрепленной на светильник, зуммер находится в отключенном состоянии и не приводит в действие сигнализацию.



Если же доступ лазерного луча к отверстию открыт, то зуммер начинает издавать сигнал тревоги, оповещая о проникновении постороннего, тем самым обеспечивая безопасность и сохранность дома.

Таким образом собственноручно собранная лазерная сигнализация успешно справляется с задачей обнаружения в охраняемом помещении посторонних лиц. Как показала практика, высокоэффективный охранный комплекс может быть создан на базе бюджетных комплектующих, приобретенных по приемлемой стоимости, либо представляющих собой рабочие узлы приборов, вышедших из строя.

Видеоролик по изготовлению и функционированию лазерной сигнализации можно посмотреть по ссылке <https://disk.yandex.ru/d/xfwOobIcoL9UEQ>

**Итоги исследования.** Изучив систему безопасности в высокотехнологичной автоматизированной системе «Умный дом», я выяснила, что этот тип жилого дома помогает экономить и время, и материальные блага, что делает жизнь человека более комфортной и рациональной. В качестве продукта проведённой работы мною создана действующая сигнализационная лазерная система безопасности, которая обеспечивает безопасность и сохранность дома. Апробация проекта в домашних условиях доказала, что система безопасности, изготовленная своими руками, имеет множество преимуществ, одно из которых – экономическая выгода.

#### Источники информации:

- 1) История Умного дома – [Электронный ресурс] – [Ссылка](#)
- 2) *Николаев П.Л.* Применение облачных технологий в системах умного дома // Молодой ученый. – 2014. – №13. – С. 37-39. – [Ссылка](#) (дата обращения: 15.10.2020).
- 3) *Марк Э.С.* Практические советы и решения по созданию Умного дома. – М: НТ Пресс – 2007 г. – с. 432
- 4) Что такое система безопасности и как она работает – [Электронный ресурс] – [Ссылка](#)
- 5) *Тесля Е.В.* «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире – [Электронный ресурс] – [Ссылка](#)
- 6) Как сконструировать лазерную сигнализацию в домашних условиях – [Электронный ресурс] – [Ссылка](#)
- 7) Лазерная сигнализация своими руками – [Электронный ресурс] – [Ссылка](#)

## Система для проведения интеллектуальных игр

Автор:

ХИСМАТУЛЛИНА Алина Анатольевна, МОАУ “Лицей №1” г. Оренбурга

Научный руководитель:

НИЛОВА Татьяна Владимировна, заместитель директора, учитель физики высшей категории

**Цель:** создание автоматизированной системы для проведения интеллектуальных игр.

**Задачи:**

- 1) Изучить основы электротехники;
- 2) Понять принципы построения электронных схем на полупроводниковых компонентах;
- 3) Получить практические навыки работы с паяльником;
- 4) Получить опыт создания действующей модели;
- 5) Обеспечить школу действующей моделью системы.

Система для проведения интеллектуальных игр предназначена для использования в качестве автоматизированного устройства для определения первоочередности ответа игроков/команд в различных играх и викторинах. Также может использоваться в качестве учебно-методического пособия для обучения детей и подростков в игровой форме в различных учреждениях дошкольного и школьного воспитания. Позволяет точно определять первоочередность нажатия кнопки с блокированием кнопок остальных участников. Система работает автономно, подключение к компьютеру не требуется.

**Методы:**

- 1) Сравнение;
- 2) Синтез;
- 3) Моделирование.

**Основные пункты содержания:**

- 1) Основные этапы подготовки:
  - ) Технико-экономическое обоснование выбора вариантов изготовления либо приобретения системы;
  - ) Разработка дизайна и форм-фактора системы;
- 2) Сборка системы:
  - ) Сборка и отладка схемы на макетной плате;
  - ) Сборка и отделка корпуса системы;
  - ) Изготовление печатной платы с навесным монтажом деталей;
  - ) Изготовление периферийных устройств на 6 участников и ведущего;
  - ) Организация электропитания устройства;
- 3) Описание и принцип работы устройства.

Принципиальная схема системы: (Рисунок 1)

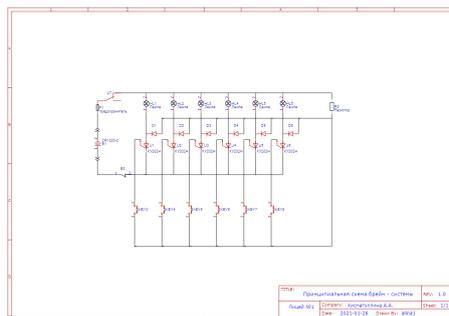


Рисунок 1

В последнее время набирают популярность различные виды интеллектуальных игр: «Что? Где? Когда?», «Мелотрек», «Брэйн-ринг». Но для некоторых видов игр не обойтись без специальной системы, которая будет управлять ходом игры. Актуальность работы заключается в потребности школы в системе для проведения внеурочных мероприятий - интеллектуальных игр и викторин.

В ходе выполнения работ по реализации проекта была достигнута цель - есть создание действующей системы для проведения интеллектуальных игр.

Была выполнена основная задача - обеспечение школы действующей моделью системы для проведения викторин, конкурсов, интеллектуальных игр.

В процессе выполнения работы были изучены электрические цепи и полупроводниковые элементы.

В настоящее время система полностью работоспособна и пригодна для проведения интеллектуальных игр как в условиях помещений с наличием сетевого напряжения 220 В, так и в полевых условиях.

## Автоматическая бесконтактная термометрическая система «Эшелон-1»

**Автор:**

ШИЛОВ Артём Евгеньевич, учащийся 11 класса УОК ШГ ДС «Эрудит»

**Научный руководитель:**

САТАРКУЛОВ Артур Маратович, учитель физики УОК ШГ ДС «Эрудит» Рецензент: Арстанбек Алишер, к.т.н., старший преподаватель КРСУ им. Б.Н.Ельцина

**Аннотация.** Технические решения для бесконтактного измерения температуры в целях предотвращения распространения COVID-19 на текущий момент представлены различными моделями ручных бесконтактных измерителей и несколькими моделями стационарных пирометров. Основные недостатки этих устройств: непостоянство результатов измерения из-за конструктивных просчетов, а также наличие опасности заражения, которой подвергаются операторы ручных измерителей температуры из-за невозможности соблюдения безопасной дистанции до потенциально больного при проведении измерений.

Проектом предложен оригинальный вариант конструкции автоматической бесконтактной термометрической системы, обеспечивающий постоянство измерения температуры тела человека за счет использования ультразвуковых дальномеров и теплоизолированного пирометрического датчика, защищенного от воздействий внешней среды герметизированным корпусом; предусмотрена возможность удаленного фиксирования данных измерения температуры с помощью выносного контрольного блока.

**Актуальность проекта.** В условиях пандемии нового коронавируса потребность в бесконтактных измерителях температуры тела человека среди организаций, предприятий, государственных структур и частных лиц достаточно высока. На текущий момент на рынке предлагаются два основных типа конструктивных решений бесконтактных измерителей температуры тела: ручные бесконтактные измерители температуры и автоматические бесконтактные термометры. Общими недостатками этих приборов являются относительно невысокая надежность, нестабильные источники электропитания, применяемые в конструкции, отсутствие термоизоляции измерительных элементов и их защиты от внешних воздействий, невозможность обеспечения как оптимального расстояния до поверхности измерения (что существенно влияет на точность измерения), так и обеспечения безопасной дистанции между оператором прибора и потенциально зараженным человеком. Такие устройства, зачастую, не являются ремонтнопригодными, а их полная замена в условиях закрытия границ представляется невозможной. Кроме того, цены на многие модели необоснованно завышены.

Исходя из изложенного, можно заключить, что потребность в массовом, безопасном, надежном и недорогом бесконтактном измерителе температуры все еще не удовлетворена, а задача по созданию устройства, отвечающего требованиям текущей обстановки – актуальна.

**Задачи проекта.** Исходя из анализа недостатков имеющихся конструкций, было определено направление разработки оригинальной конструкции автоматической бесконтактной термометрической системы, получившей обозначение «Эшелон-1». К новому устройству был предъявлен ряд жестких требований, касающихся точности измерения, защиты прибора от воздействий внешней среды, обеспечения гарантированного безопасного расстояния для оператора-термометриста или же поддержания бесперебойного функционирования прибора вообще без участия обслуживающего персонала.

**Основная задача проекта** – проектирование и изготовление безопасной и надежной автоматической бесконтактной термометрической системы, пригодной для быстрого запуска в мелкосерийное производство на любых минимально пригодных для этого мощностях.

**Краткое описание конструкции.** Автоматическая бесконтактная термометрическая система «Эшелон-1» состоит из двух блоков – контрольного и измерительного, соединяемых длинным кабелем, что гарантирует безопасное удаление оператора-термометриста от места измерения с высокой вероятной концентрацией вирусных аэрозолей [Приложение А].



В отличие от аналогов, «Эшелон-1» обладает возможностью точного измерения расстояния до исследуемой поверхности за счет применения в конструкции ультразвуковых дальномеров; при приближении человека к прибору индикатор состояния на его корпусе в режиме реального времени отобразит оставшееся до точки эффективного измерения расстояние. Измерение температуры происходит только по достижении оптимального расстояния до инфракрасного пирометра, а момент измерения индицируется световым сигналом индикатора состояния. Вывод результата измерения для измеряющего с помощью «Эшелона-1» свою температуру человека также имеет цветовую кодировку (зеленый – для результата, укладывающегося в биологическую норму, желтый – для индикации повышенной температуры, красный – для сигнализации о крайне высокой температуре тела) [Приложение В]. Такое решение было принято, дабы избежать дополнительной психологической нагрузки на людей, считающих нормальной температурой значение в 36,6 градуса Цельсия и не знакомых с особенностями измерения температуры бесконтактным способом. По аналогии с имеющимися на рынке конструктивными решениями, «Эшелон-1» также оснащен экраном с подсветкой (меняющей свой цвет в зависимости от результатов измерения), на котором отображается результат измерения для фиксации оператором-термометристом.

Важным отличием «Эшелона-1» от аналогов является корпус со степенью защиты от внешних воздействий IP54, обеспечивающий не только сохранность компонентов устройства от попадания пыли или влаги, но и их длительное предохранение от перегрева или переохлаждения за счет внутреннего слоя теплоизоляционных материалов.

Электропитание «Эшелона-1», в отличие от аналогов, может осуществляться при помощи широко распространенных кабелей формата microUSB и стандартных блоков питания 5В 1А постоянного тока. В случае необходимости, прибор может быть развернут и без подключения к электросетям - для этого потребуется широко распространенный мобильный аккумулятор (пауэрбанк), способный обеспечить те же 5В 1А постоянного тока.

**Сценарии использования устройства.** Автоматическая бесконтактная термометрическая система «Эшелон-1» может быть развернута на проходных офисах, учебных заведений и предприятий для оперативного проведения термометрических проверок входящих людей, а также как автономная точка самопроверки температуры сотрудников, находящаяся непосредственно внутри производственных помещений, учебных заведений, больниц. При этом устройство (после обновления встроенного программного обеспечения) может быть интегрировано в состав систем контроля доступа, подключено к ПК для автоматического ведения журналов термометрии. Также «Эшелон-1» может быть использован в составе мобильных медицинских бригад, осуществляющих выездной меодосмотр в «полевых» условиях.

**Заключение.** Автоматическая бесконтактная термометрическая система «Эшелон-1» была запущена в эксплуатацию на базе главного корпуса УОК «Эрудит» с сентября 2020 г., что стало одним из решающих факторов для разрешения местными санитарно-эпидемиологическими службами перехода УОК «Эрудит» с ноября 2020 г. на реальный режим работы с учащимися. Концепция «Эшелона-1» заинтересовала местную общественность - ряд национальных СМИ выпустил репортажи о приборе. Полный комплект рабочей документации был передан партнерам для изготовления копий «Эшелона-1» с дальнейшим развертыванием на их территории. Анализ рынка аналогичных приборов показал, что данная ниша фактически пустует – на местном рынке представлено всего 2 прибора, обладающие сомнительными эксплуатационными характеристиками и завышенной стоимостью. Таким образом, разработка устройства и его эксплуатация оказалось еще и экономически выгодной [Приложение В].

Описанные факты позволяют говорить о том, что действительно удалось создать эффективный прибор, позволяющий оперативно и безопасно производить термометрические проверки. Основную задачу проекта можно считать выполненной.

Стоит также отметить, что в отличие от многих других разработчиков и владельцев интеллектуальных прав на медицинское оборудование, исполнитель и научный руководитель проекта четко осознают всю тяжесть нынешнего времени, лицом к лицу столкнувшись с COVID-19 и его последствиями и сочли своим гражданским долгом разработать конструкцию и техническую документацию упрощенной версии «Эшелона-1» и предоставить к ней свободный доступ. Изготовить упрощенную версию сможет любой энтузиаст, обладающий соответствующими техническими навыками, а ее мелкосерийное производство можно наладить даже на базе детских кружков технического творчества.

На данный момент производятся изыскания по подбору доступных оптимальных электронных компонентов для обеспечения приемлемой точности измерения, составляется их поддетальный список, разрабатывается новое программное обеспечение.

## Приложение А



Рис. 1. Общий вид автоматической бесконтактной термометрической системы «Эшелон-1»

Габаритные размеры (Д*Ш*В), один блок	105x105x55 мм
Масса в снаряженном состоянии (2 блока)	0,35 кг
Диапазон измерения температуры	32-43 °C
Диапазон рабочих температур	10-30 °C
Класс защиты корпуса	IP54
Потребляемая мощность	5 Вт (пиковая)
Минимальная длина интерфейсного кабеля	5 м
Время одного измерения	~ 3 с
Пропускная способность	15-20 чел./мин.

Таблица 1. Основные технические характеристики автоматической бесконтактной термометрической системы «Эшелон-1».

## Приложение Б



Рис. 2. Этапы измерения температуры с помощью «Эшелона-1»



Рис. 3. Интерпретация результатов измерения температуры с помощью «Эшелон-1»

## Приложение В

Изделие/ Технические параметры	Эшелон-1	Кельвин АРТО 1300 (Россия)	КЗ Про ХЗ (КНР)
Габаритные размеры (Д*Ш*В), 1 блок	105x105x55 мм	120x120x60 мм	120x120x60 мм
Масса в снаряженном состоянии (2 блока)	0,35 кг	н/у	0,5 кг
Диапазон измерения температуры	32-43 °С	-40-1300 °С	2200
Диапазон рабочих температур	10-30 °С	-40-80 °С	5-45 °С
Класс защиты корпуса	IP54	IP65	нет
Потребляемая мощность	5 Вт (пиковая)	н/у	10 Вт
Минимальная длина интерфейсного кабеля	5 м	н/у	нет
Время одного измерения	~1-3 с	0,5 с	5 с
Пропускная способность	15-20 чел./мин.	н/у	50 чел./мин.
Возможность связи с ПК	да	да	да
Стоимость*	50\$	460\$	545\$

Таблица 2. Сравнение технических характеристик автоматической бесконтактной термометрической системы «Эшелон-1» с предлагаемыми на местном рынке аналогами

## Устройства для беспроводной идентификации животных

Автор:

ЩУР Виктория, МБОУ «Хотьковская средняя общеобразовательная школа №5».

Научный руководитель:

МИНАЕВ Владислав Витальевич, учитель информатики МБОУ «Хотьковская средняя общеобразовательная школа №5»

**Цели:** Решение проблемы с бездомными животными в городской среде. А также улучшение качества продуктов питания за счёт возможности мониторинга жизнедеятельности животного. Так как проект будет модернизироваться с течением развития человечества, будут решаться проблемы, связанные с мониторингом животных.

**Задачи:** Разработанная программа должна позволять получать следующую информацию о животном:

- Владелец животного
- Возраст животного
- Дата вакцинации животного
- Хирургические вмешательства и иные операции
- Код идентификатора животного

Наполнение функционала микроустройств будет изменяться в зависимости от представленных задач, а также в соответствии с развитием нормативно-правовой базы в отношении постановления на цифровой учет животных.

**Актуальность:** Данная идея актуальна на сегодняшний день. Этот комплекс устройств будет полезен для использования в городской среде для поиска пропавших животных, мониторинга их жизнедеятельности. Миниатюрность предложенного мною устройства даёт возможность его использования как правоохранительными органами, так и коммунальными, городскими службами, т. е. спецслужбами.

Помимо этого, правительство Российской Федерации рассматривает возможность принятие закона об обязательном чипировании домашних животных. По этой причине, нужны проекты, которые будут этому содействовать.

**Итоги работы:** Поставленные задачи были достигнуты. Мы получили вывод информации с идентификационной метки на дисплей, тем самым мы исходя из этой информации можем судить о состоянии животного и получать информацию с него, тем самым выполняя поставленные задачи.

На мой взгляд, в дальнейшем данному устройству найдётся ещё больше применений. Ведь была создана только лишь первая версия проекта, а я не собираюсь на этом останавливаться и хочу двигаться дальше. Залог многих успешных ведущих научно технологических проектов - возможность развиваться и адаптироваться под современные человеческие потребности. Были проведены исследования в данной области и исходя из полученных в ходе исследования данных было создано практическое решение, выполненное и представленное в данной работе.

### Фотоотчёт полученных результатов



Рис. 1.



Рис. 2.



Рис. 3.

**Источники информации:**

- 1) Белов А.В. «Arduino. От азов программирования до создания практических устройств»
- 2) Паоло Аливерти «Электроника для начинающих. Самый простой пошаговый самоучитель»
- 3) <https://lesson.iarduino.ru/page/urok-6-arduino-schity..>
- 4) <https://robotclass.ru/tutorials/arduino-rfid-rc522/>
- 5) [https://wiki.iarduino.ru/page/Working\\_with\\_character\\_..](https://wiki.iarduino.ru/page/Working_with_character_..)

## Исследование «качера Бровина», определение возможности его применения в образовательных и бытовых целях

Автор:

ЯРОШЕВИЧ Мария Николаевна, ГУО «Хотыничская СШ» Ганцевичского района Брестской области, республики Беларусь, 10 класс

Научный руководитель:

БОНДАРЬ Дмитрий Станиславович, учитель физики высшей квалификационной категории ГУО «Хотыничская СШ»

**Цели работы** – создание действующей модели качера Бровина, выявление положительных и отрицательных сторон данной конструкции автогенератора, определение области возможного применения модели в быту и в образовательных целях на уроках физики.

**задачи работы** – изучить и проанализировать литературу и другие источники относительно проблематике данного вопроса, рассчитать и сконструировать из подручных материалов и средств качер Бровина, исследовать работу качера в различных условиях, рассмотреть проблемы использования источника ВЧ-излучения, изготовить необходимые для исследования дополнительные элементы-аксессуары.

**Актуальность работы** заключается в необходимости укрепления материальной базы школ наглядными выставочными образцами действующих моделей различных технических устройств, что в конечном счёте способствует повышению мотивации к обучению и развитию технического потенциала и творчества учащихся.

**Практическая значимость.** Модель позволяет демонстрировать работу ВЧ-генератора, виды разрядов, действие ВЧ-излучения, работу транзистора в нестандартном режиме, логику работы ионного двигателя, беспроводную передачу энергии. Также устройство благодаря свойствам спарков разветвляться позволяет наносить на деревянные поверхности выжигаемые разрядом необычными линиями рисунки.

**Описание работы.** Данная модель является одним из простейших с точки зрения радиоэлектронной конструкции автогенератором. Все узлы и элементы взяты из подручных материалов и собраны при помощи элементарного набора инструментов. Таким образом подобная модель доступна к исполнению учащимися из числа тех, кто имеет набор примитивных знаний из области электричества (8 класс: закон Ома, соединения проводников, графическое обозначение элементов и чтение принципиальных электрических схем, 10 класс: полупроводники и работа транзистора), а также имеет простейшие навыки работы с паяльным оборудованием, пильным инструментом и другими.

В ходе работы проанализирована информация о изготовлении, работе, проблемах в использовании подобных автогенераторов. Собранный модель, а также изготовленный ряд дополнительных аксессуаров для исследования работы качера позволили сделать выводы о возможном использовании подобных устройств для беспроводной передачи электрической энергии. Так же зрелищным является эффект зажигания люминесцентных ламп, радиоламп и возникающих разрядов в газах при отсутствии проводов и при их поднесении к излучателю качера. Наблюдаемые эффекты, связанные с ионизацией газов, возникновении разрядов, передачи электрической энергии без проводов, работы полупроводников и электрических элементов, ВЧ-колебаний уместно использовать в учебном процессе на уроках физики в 8, 10, 11 классе.

**Итоги исследования.** Создана действующая модель. Определены и продемонстрированы ряд возможностей использования в образовании и быту. Выявлены негативные стороны в работе ВЧ-излучателя, выработаны правила безопасности при работе с устройством.

## Робот-шагоход “proxima”

Авторы:

ЭСЕНАЛИЕВ Т. М., БИЙБОСУНОВ Д.У., БАКЫТ  
уулу Жамин

Научный руководитель:

НИКУЛИН А.Ю.

**Цель работы:** Создание транспорта с наиболее эффективным шаговым механизмом для преодоления пересеченной местности.

**Идея:** совмещение колес и ног, для получения преимуществ обоих типов передвижения.

**Решение:**

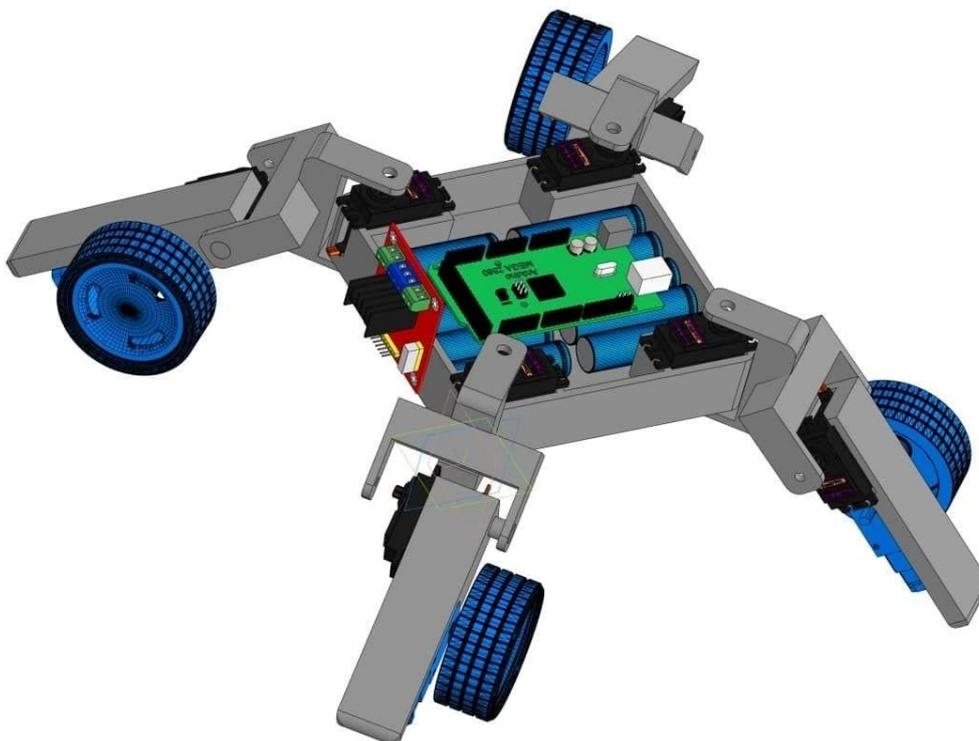


Рисунок 1

**Заключение:**

Подытожив всю полученную информацию, можно сделать вывод о том, что шаговые механизмы являются эффективным средством передвижения в труднодоступных местах, таких как обвалы, оползни, каменистые скалы и т.д.

Также мы убедились в том, что наш робот имеет хорошие перспективы для развития и использования в различных сферах.

# Биологическая и медицинская физика

## Изучение условий существования колоний микроорганизмов

Автор:

БОЛСУНОВСКАЯ Дарья Олеговна, МБОУ «Школа №1»  
пгт. Емельяново Красноярский край, 6 класс

Научный руководитель:

ЗОРИНА Анастасия Валерьевна, учитель естественнонаучных дисциплин.

**Гипотеза:** рост и развитие колоний микроорганизмов зависит от абиотических факторов окружающей среды.

**Цель исследования:** изучение условий существования колоний микроорганизмов.

**Задачи исследования:**

- 1) Изучить особенности влияния абиотических факторов на рост и развитие колоний микроорганизмов.
- 2) Экспериментальным методом выявить оптимальные условия существования колоний микроорганизмов.
- 3) Провести идентификацию колоний микроорганизмов, выращенных на питательной среде агар агар.
- 4) Выявить практическую значимость результатов исследования.

### Теоретическая часть

Требования к питательным средам, для выращивания бактерий в лабораторных условиях, исследования их разнообразных свойств, длительного хранения используют питательные среды: они должны отвечать определенным стандартам, создавая оптимальные условия для роста, размножения и жизнедеятельности микроорганизмов.

Многочисленные потребности микроорганизмов предопределяют большое разнообразие питательных сред, а для отдельных видов бактерий существуют специальные среды.

В своей работе я буду использовать универсальную среду, т.е. агаризированную питательную среду.

Агар - это желеобразная субстанция, используемая для выращивания культур бактерий. Делается агар из красных и бурых водорослей, он представляет собой идеальную среду для многих разных видов микроорганизмов.

Следующий мой шаг, я посадила бактерии в питательную среду: взяла бактерии с улицы, в квартире, ванной комнате и возле батареи, взяла среду добавила лимонный сок, раствор мыла и раствор сахара, так же добавила хлоргексидин и мирамистин (антисептические растворы).

Колонии, как правило, подсчитывают с помощью лупы, не открывая чашек Петри. Для удобства отмечают просчитанную колонию точкой на наружной стороне дна чашки, пользуясь стеклогграфом или чернилами по стеклу.



## Практическая часть

В ходе проведенного исследования, мною выращены идентифицированные следующие виды колоний микроорганизмов

## Заключение

В ходе проведенного проекта сформулированная цель и задачи исследования достигнуты, гипотеза подтверждена.

Работа по теме исследования «Анализ условий питательной среды для бактерий» способствовала развитию у меня умений экспериментировать, делать выводы, рассуждать, анализировать и систематизировать.

Значимость результатов исследования:

- 1) Экспериментальным путем установлены оптимальные условия для искусственного выведения полезных видов бактерий.
- 2) В связи со сложившейся пандемией вирусных инфекций (ОРВИ, COVID 19) в работе подтверждены разработанные основные меры профилактики (часто мыть руки с мылом, пользоваться антисептическими препаратами).

## Источники информации:

- 1) Актуальные вопросы эпидемиологии и инфекционных болезней. / *Н.А. Семина*. - М.: Медицина, 1999
- 2) *Борисов Л.Б., Козьмин-Соколов Б.Н., Фрейдлин И.С.*. Руководство к лабораторным занятиям по медицинской микробиологии, вирусологии, иммунологии. /Под ред. Борисова Л.И. – М.: Медицина, 1993.-С. 42-56, .79-90.
- 3) *Джавец Э., Мельник Дж. Л., Эйдельберг Э.А.* Руководство по медицинской микробиологии. 1 т. Пер. с англ. – М.: Медицина, 1982.
- 4) *Егоров Н.С.* Практикум по микробиологии. М 1976
- 5) *Прозоркина Н. В. ,Рубашкина П. А.* Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии, 2002
- 6) *Френкель К.*, "Основы учения о бактериях"
- 7) <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=458689>
- 8) <http://www.vevivi.ru/best/Pitatelnye-sredy-dlya-bakterii-ref168812.html>

## Сравнение активности ферментов сукцинатдегидрогеназы и лактатдегидрогеназы в иммунных клетках крови во время бодрствования и сна у якутских сусликов

**Автор:**

КОРОЛЁВА Мария Александровна, ученица 11 «А» класса МБОУ гимназии «Пушино»

**Научный руководитель:**

ХУНДЕРЯКОВА Наталья Васильевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории «ИТЭБ РАН»

**Цель работы:** сравнить активность сукцинатдегидрогеназы и лактатдегидрогеназы в иммобилизованных лимфоцитах крови у сусликов во время сна и бодрствования, при помощи высокочувствительного Цито – биохимического метода.

### Задачи:

- 1) При помощи Цито - биохимического метода измерить у сусликов сезонные изменения активности СДГ и ЛДГ в лимфоцитах крови.
- 2) Выявить особенности энергообмена в летнее и зимнее время у подопытных.
- 3) Показать зависимость СДГ и ЛДГ от температуры внутри (*in vivo*) клетки у сусликов.
- 4) Проанализировать полученные данные.

**Актуальность:** исследование биоэнергетики и особенностей функционирования митохондрий летом и зимой.

Мы применили модельную систему гибернирующих (зимоспящих) Якутских сусликов, для измерения ключевого фермента митохондрий СДГ и фермента гликолиза ЛДГ- катализирующего превращение лактата в пируват летом (период бодрствования) и зимой (сна). Для измерения активности ферментов, мы использовали Цито-биохимический метод, позволяющий измерять состояние биоэнергетики и восстановительных процессов в лимфоцитах капли крови, без повреждающих воздействий на организм, (для выявления СДГ, использовали среду с добавлением янтарной кислоты и красителя «нитро-синего тетразоля»; для выявления ЛДГ, использовали среду с добавлением молочной кислоты, ингибиторов Малоната (МАЛ 5мМ) и Никотинамидинуклеотидфосфат 1мМ НАД и красителя «нитро-синего тетразоля»).

В нашей работе, у сусликов ( $n = 7$ ) при температуре тела  $+38^{\circ}\text{C}$  было обнаружено увеличение активности рассматриваемых ферментов в летнее время (в период бодрствования) и сильное снижение показателей активности обоих дегидрогеназ в период глубокой сна - физиологического покоя ( $n = 10$ ) при снижении температуры тела до  $+2 - +5^{\circ}\text{C}$ .

### Итоги:

- 1) В нашей работе было показано увеличение активности СДГ в митохондриях и ЛДГ в цитоплазме лимфоцитах крови у сусликов в летнее время, в период физиологической активности  $n = 7$ , при температуре тела  $+38^{\circ}\text{C}$  и сильное снижение до минимальных величин обоих дегидрогеназ в период глубокой сна - при снижении температуры тела до  $+2 - +5^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Особенно четко стали видны различия между активными и спящими сусликами по виду клеток. У активных сусликов лимфоциты более крупные набухшие, а у спящих мелкие, сжатые особенно при окраске на активность ЛДГ.

### Источники информации:

- 1) <http://naukarus.com>
- 2) <http://naukarus.com>
- 3) Ануфриев А.И. Механизмы зимней сна мелких млекопитающих Якутии. // Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. С. 158.



- 4) *Nakipova O.V., Zakharova N.M., Andreeva L.A., Chumaeva N.N, Averin AS, Kosarskii L.S., Anufriev A.I. Lewinski DV, Kockskamper J, Pieske B.* The seasonal peculiarities of force-frequency relationships in active ground squirrel *Spermophilus undulatus* ventricle. // *J. Cryobiology*. 2007. Vol.55, № 3, P. 173-181.
- 5) *Комелина Н.П., Польская А.И., Амерханов З.Г.* Искусственная гипотермия у крыс, в отличие от естественной гибернации у сусликов *Spermophilus undulates*, не сопровождается ингибированием дыхания митохондрий печени. // *Биологические мембраны*. 2015, Т. 32. №5-6. С. 352-362.
- 6) *Хундерякова Н.В., Ячкула Т.В., Захарченко М.В., Плясунова С.А, Сухоруков В.С., Баранич Т.И., Федотчева Н. И., Литвинова Е.Г., Шварцбург П.М., Кондрашова М.Н.* Высокочувствительный неповреждающий способ выявления состояния митохондрий в организме путем их исследования внутри лимфоцитов крови на мазке. Выявление больших различий при лейкозах и миопатиях у больных детей по сравнению со здоровыми. // *Медицинский Алфавит*. 2017, 20 (317), Современная Лаборатория Т. 2, С. 27 -30.
- 7) *Carey H.V., Andrews M.T., Martin S.L.* Mammalian hibernation: cellular and molecular responses to depressed metabolism and low temperature. // *Physiol Rev*. 2003. Vol. 83, P. 1153–1181.
- 8) *Heim A.B., Chung D., Florant G.L, Chicco A.J* Tissue-specific seasonal changes in mitochondrial function of a mammalian hibernator. // *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2017. Vol. 313, №2. P. 180-190.
- 9) *Heldmaier G, Ortman S, Elvert R.* Natural hypometabolism during hibernation and daily torpor in mammals. // *Respir Physiol Neurobiol*. 2004. Vol. 141, №3. P. 317-29.
- 10) *James R.S., Staples J.F., Brown J.C., Tessier S.N, Storey K.B.* The effects of hibernation on the contractile and biochemical properties of skeletal muscles in the thirteen-lined ground squirrel, *Ictidomys tridecemlineatus*. // *J Exp Biol*. 2013. Vol.216. P. 2587–2594.

## Комплекс экологического мониторинга в режиме реального времени

Автор:

КУСОВ Иван Петрович

Научный руководитель:

ГОРЦАКАЛЯН Жанна Степановна, учитель физики

### Введение

Показана актуальность проблемы экологического мониторинга водоёмов. Сформулирована цель проекта – создание комплекса измерительных станций, направленного на обнаружение аномалий параметров воды (температуры, проводимости, рН и т.п.) при помощи датчиков в реальном масштабе времени с дальнейшей передачей информации об аномалиях в центр обработки.

### Теоретическая часть

Рассмотрены основные существующие способы экологического мониторинга водоёмов, отношение государства к проблеме мониторинга, нормативно, правовая база. Перечислены компании, занимающиеся проведением анализа водоёмов, а также производством оборудования.

Проведен анализ существующих методов экологического мониторинга: органолептический метод, химический метод, биомониторинг, а также определение качества воды по животному населению.

Основным недостатком существующих методов является дискретный характер взятия и анализа проб воды. Этим обоснована актуальность разработки комплекса экологического мониторинга в режиме реального времени, как вспомогательного к существующим.

Разработаны основные технические требования к комплексу: низкая стоимость, простота в ремонте и обслуживании. Определен перечень параметров, которые должны измеряться: рН-фактор, электропроводность, температура, мутность. Показано, что основной задачей комплекса является отслеживание аномалий измеряемых параметров.

Рассмотрены способы поиска аномалий: статистическая обработка, использование аналитических моделей, комбинированный. Показаны их достоинства и недостатки. Предпочтительным является комбинированный способ, т.к. исключает недостатки первых двух.

### Практическая часть

Разработана структура комплекса. Он состоит из измерительных станций, подключённых при помощи проводных или радио каналов к центру обработки.

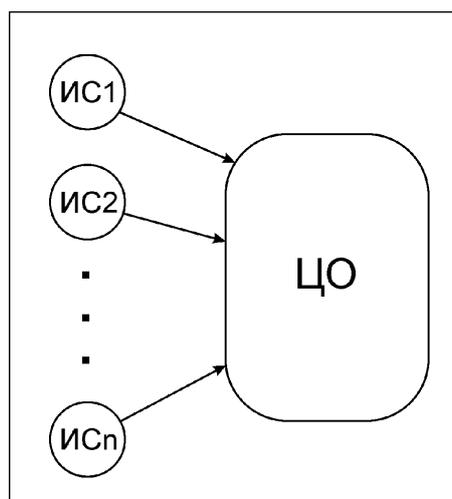


Рисунок 1 – Состав комплекса

Определены задачи измерительных станций: сбор первоначальных данных, первичная обработка собранных данных (фильтрация шумов, усреднение, приведение к общему формату) и отправка обработанных данных в центр обработки (ЦО).

Определены задачи центра обработки: приём данных от ИС, анализ и накопление данных (поиск аномалий), оповещение при обнаружении аномалий.

Разработан состав измерительной станции. Она состоит из датчиков, АЦП, микроконтроллера и интерфейса. Датчики собирают данные о параметрах воды, если датчик аналоговый, то он передаёт сигнал в АЦП, где сигнал оцифровывается. Затем оцифрованные данные попадают на обработку в микроконтроллер. Он обрабатывает их и, при помощи интерфейса отправляет в центр обработки. Интерфейс выбирается в зависимости от выбранной технологии связи (Ethernet, RS-485, Wi-Fi, 3G и т.д.).

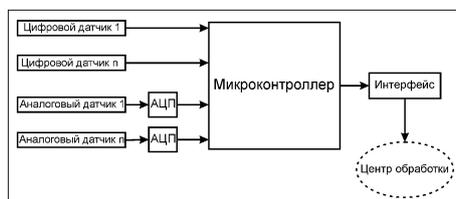


Рисунок 2 – Состав измерительной станции

Произведена разработка датчика измерения электрического сопротивления воды.

Выбран тип датчика - четырехэлектродный. Устройство четырехэлектродного датчика приведено ниже (см. Рисунок 3):

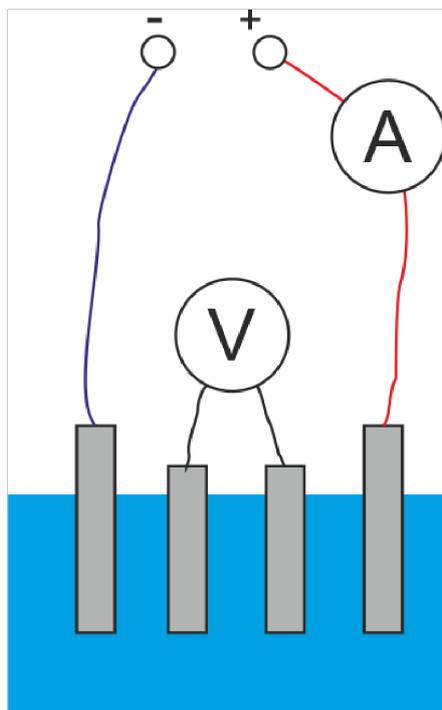


Рисунок 3 – Устройство четырехэлектродного датчика

Разработана электрическая модель датчика (см. Рисунок 4)

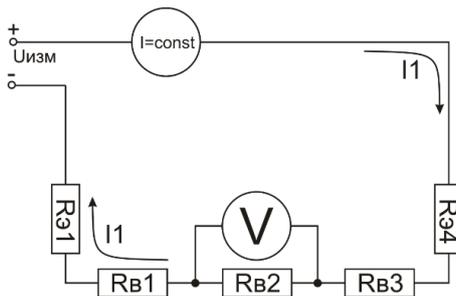


Рисунок 4 – Упрощенная эквивалентная электрическая схема четырехэлектродного датчика

$R_{э1}$  — Переходное сопротивление электрод 1 — вода  
 $R_{в1}$  — Сопротивление воды между электродами 1 и 2;  
 $R_{в2}$  — Сопротивление воды между электродами 2 и 3;  
 $R_{в3}$  — Сопротивление воды между электродами 3 и 4;  
 $R_{э4}$  — Переходное сопротивление электрод 4 — вода;

Разработана математическая модель датчика (см. формулу):

$$R_{в2} = \frac{U_{R_{в2}}}{I_1}$$

Разработана структурная схема четырехэлектродного датчика (см. Рисунок 5):

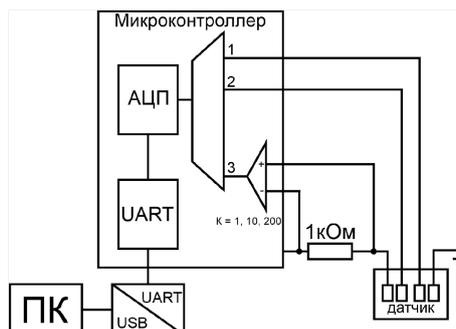


Рисунок 5 – Устройство четырехэлектродного датчика.

Разработан работающий макет:

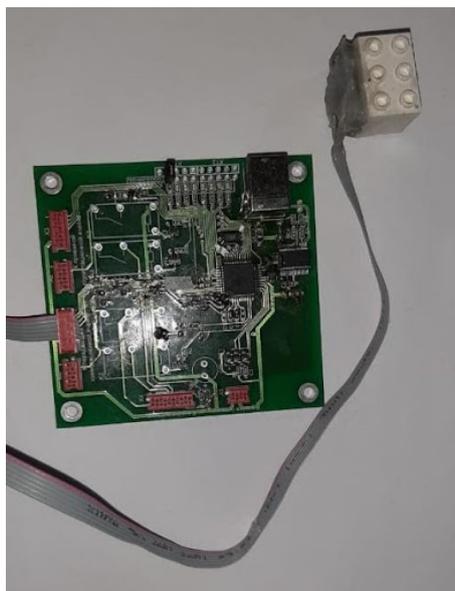


Рисунок 6

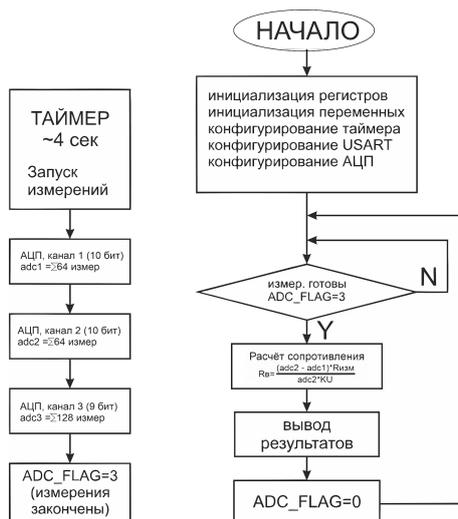


Рисунок 7

Проведены испытания макета датчика

Результаты испытаний приведены в таблице

Вода	Показания датчика в шестнадцатеричный СС (Ом)	Показания датчика в десятичной СС (Ом)
Водопроводная	4B9	1209
Водопроводная фильтрованная	1D4A	7498
Речная	268	764
Бутилированная	10C8	6056
Из лужи	198	494

Таблица 1

Выполнено описание принципов измерения мутности воды и выбран датчик TS-300B. Критерии выбора: компактность, стоимость, легкозаменяемость.



Технические характеристики	
Входное напряжение, В	5
Рабочая температура, °С	-20 - 90
Аналоговый выход, В	0-4,5
Диапазон измерения, NTU	0-1000 (+30)
Стоимость, руб.	1200

Рисунок 8

Обоснована актуальность измерения температуры воды, принцип работы датчика измерения температуры, был выбран подходящий датчика.

Для измерения температуры использован цифровой датчик DS18B20.



Технические характеристики	
Входное напряжение, В	3-5
Диапазон измерений, °С	-55 - 125
Тип интерфейса	1-Wire Digital Thermometer
Стоимость, руб.	80

Рисунок 9

Достоинства:

- Распространённый
- Дешёвый
- Несложный цифровой интерфейс взаимодействия
- Откалиброван на заводе

Обоснована актуальность измерения рН-фактора, описан принцип работы датчика измерения рН-фактора, выполнен выбор подходящего датчика для измерительной станции.

Используемый датчик рН:



Технические характеристики	
Диапазон измерений, рН	0 - 14
Рабочая температура, °С	-5 - 100
Минимальная проводимость, мкСм/см	1
Стоимость, руб.	600

Рисунок 10

## Определение свойств лекарственных препаратов на основе составления математической модели их молекул

Автор:	МАСЛЕННИКОВ Климентий Максимович, Инженерный Лицей №83
Научный руководитель:	АСФАНДИАРОВ Наиль Рахманинович, заведующий лабораторией в институте физики молекул и кристаллов УФИЦ РАН, д.ф.-м.н.

### Введение.

Как вы думаете, что, на протяжении всей человеческой истории, убило больше всего людей? Быть может войны, чего стоит только одна Первая Мировая, в ходе которой погибло около 18 500 000 человек? Нет, я говорю о болезнях и вызываемых ими эпидемиях. В это сложно поверить, но эпидемии убили в сотни, если не в тысячи раз больше людей, чем все войны.

Мы задались вопросом: «А можно ли предугадать с максимальной точностью свойства лекарственного препарата на основе математической модели его молекулы, иными словами, проведя квантово-химические расчёты?».

### Цели:

- Изучить механизмы влияния жаропонижающих и снотворных средств на организм человека;
- Разработать методики, позволяющие без экспериментальных тестов, с наибольшей возможной точностью определить свойства нового лекарственного препарата и классифицировать его;

### Задачи:

- 1) Изучить имеющуюся литературу по данной теме.
- 2) Провести комплексное исследование структуры выбранных лекарственных препаратов методами DFT, ETS, Хартри-Фока и другими.
- 3) Разработать и максимально подробно описать методику определения свойств препаратов данного типа на основе исследований.
- 4) Научно обосновать полученные в ходе исследования результаты.
- 5) Сделать выводы исходя из полученных данных.

**Актуальность:** необходимость изобретения быстрых способов тестирования новых лекарственных препаратов для ускорения их изобретения и поступления в продажу, а также для повышения уровня точности исследований в фармакологии. Направления актуально в связи с огромным числом заболеваний и ростом эпидемий (яркий пример – 2019СonVв Китае).

### Гипотезы:

- Свойства и влияние тех или иных лекарственных препаратов на организм человека напрямую зависит от электронного строения их молекул и расположения электронов в ней.
- Для составления точной и чёткой математической модели молекул лекарственных веществ необходимо применять сложные комплексные методы исследования, например DFT+ETS+HOMO(LUMO).
- В молекулах некоторых лекарственных препаратов присутствуют «электронные ямы», в которых находится зона низкой электронной плотности и определённый заместитель (группа заместителей). Данные зоны способны захватывать электроны определённых атомов-доноров в ферментах, образуя комплексы и блокируя некоторые процессы в организме.

### Заключение.

В итоге можно сказать, что каждый класс лекарственных препаратов имеет огромное кол-во сложных критериев и для анализа неизвестной молекулы необходимы все они. Ниже приведены выводы (для анальгетиков):

- В большинстве своём это производные ароматических углеводов с 2 цепочками заместителей (или просто с 2 или 3 заместителями).



- Энергия нижней вакантной орбитали (LUMO) варьируется в диапазоне от -0,6эВ до -1,1 эВ.
- Электронно-трансмиссионные спектры имеют схожие пики со спектрами, представленными в работе.
- Имеют положительную энергию сродства к электрону.
- Энергия сродства к электрону не превышает 0,2 эВ.
- Продукты распада отрицательного иона молекулы являются полностью безопасными (исследование ДЗЭ).
- В молекуле присутствует «электронная яма» (проседание электронной плотности) в районе атома углерода бензольного кольца или в районе атома углерода в цепочке заместителя.

По итогам данной работы можно сказать, что действительно, большинство свойств лекарственных веществ напрямую зависит от электронного строения их молекул. Подобного рода исследования могут навсегда перевернуть представление и подход к тестированию новых лекарственных препаратов. подробно результаты представлены на рисунках 1 и 2.

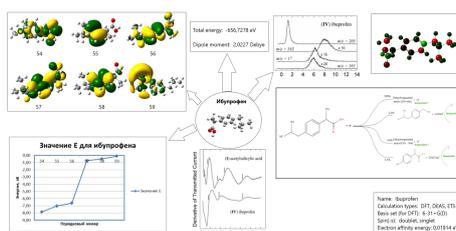


Рис. 1. Результаты исследований молекулы ибупрофена

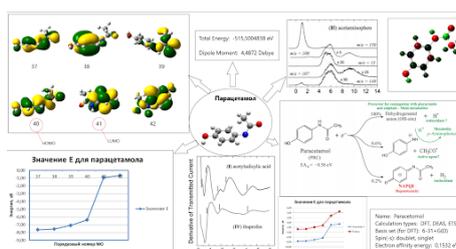


Рис. 2. Результаты исследований для молекулы парацетамола

### Источники информации:

- 1) <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
- 2) <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
- 3) Г.А.Мелентьева, Л.А.Антонова «Фармацевтическая химия», М.: Медицина 1985
- 4) «Краткая химическая энциклопедия». Ред. кол. И.Л. Кнунянц, А.П. Александров, Н.В. Баранов и др.Т. 1. М., «Советская Энциклопедия», 1963
- 5) «Краткая химическая энциклопедия». Ред. кол. И.Л. Кнунянц, А.П. Александров, Н.В. Баранов и др.Т. 2. М., «Советская Энциклопедия», 1963
- 6) Органическая химия: учеб. пособие для медико-фармацевтических колледжей/ Э.Т.Оганесян – Ростов н/д: Феникс, 2016
- 7) Н.В. Логинава, Г.И. Полозов. «Введение в фармацевтическую химию» Минск, 2004
- 8) В.Г. Граник. «Основы медицинской химии». М. Вузовская книга, 2001
- 9) Г.А.Мелентьева, Л.А.Антонова «Фармацевтическая химия», М.: Медицина 1985
- 10) May's Chemistry of synthetic drugs. Rewritten by G.Malcolm Dyson, Longmans 1959
- 11) М.Д. Машковский «Лекарственные средства» 12-е изд. Т.1 М.:Медицина, 1998
- 12) D.A. Smith, D.K. Walker, R. Mannhold. «Pharmacokinetics and metabolism in Drug Design»
- 13) М.Д. Машковский «Лекарственные средства» 12-е изд. Т.2М.:Медицина, 1998
- 14) В.Г. Цирельсон. «Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твёрдые тела»: пособие для вузов, 3-е изд., БИНОМ, 2014
- 15) С.А. Пшеничный «Резонансный захват электронов молекулами органических соединений», РАН, Уфа, 2017
- 16) S.A. Pshenichnyuk and Alberto Modelli «Electron attachment to antipyretics», 2012
- 17) P.D. Burrow «Temporary anion states of polyatomic hydrocarbons», 1987

- 18) *S. A. Pshenichnyuk*, Alberto Modelli, «Interconnections between dissociative electron attachment», 2018
- 19) *П.В.Сергеев, Н.Л.Шимановский, В.И.Петров* «Рецепторы физиологически активных веществ», М-Волгоград, 1999
- 20) *Г.В.Столяров* «Лекарственные психозы и психотомиметические вещества» М.1964
- 21) *R.A. Webster* «Introduction to military toxicology», 2001
- 22) *N. L. Asfandiarov, S. A. Pshenichnyuk, A. S. Vorob'ev* «Electron attachment to some naphthoquinone derivatives»

## Качественный анализ минеральной воды различных производителей региона Кавказские минеральные воды

Автор:

НИКОНЕНКО Арина Андреевна, МБОУ СОШ № 5, г. Пятигорск, 9 А класс

Научный руководитель:

БОЛОТИНА Валерия Вячеславна, МБОУ СОШ № 5 г. Пятигорск, учитель химии высшей квалификационной категории

**Цель работы:** Исследовать химический состав столово-питьевых минеральных вод местных производителей, взятых с прилавков магазина и сравнить полученные данные с данными, заявленными от производителей, изучить воздействие минеральных вод на живые клетки растений.

### Задачи:

- 1) Изучить всю имеющуюся информацию, в том числе литературные источники по данному вопросу
- 2) Изучить биологическую роль минеральных вод на здоровье человека
- 3) Провести исследования химического состава разных марок минеральных вод
- 4) Сравнить данные с этикеток с данными экспериментального исследования
- 5) Изучение влияния минеральной воды на развитие живых организмов
- 6) Воспитать бережное отношение к собственному здоровью и к правильному использованию минеральных вод.

**Научная новизна** данной работы заключается в том, что рынок питьевой и минеральной воды на сегодняшний день является одним из самых быстрорастущих потребительских рынков России. Розничная сеть предлагает лечебные и лечебно-столовые воды различных производителей, среди которых как крупные предприятия по розливу воды, так и небольшие частные компании.

**Гипотеза:** при исследовании минеральной воды местных производителей мы предполагаем, что вся эта вода полезна для человека и потребителям на этикетке отображается достоверная информация о продукте.

**Практическая значимость** работы в том, что, к сожалению, не всегда, производители используют минеральную воду, соответствующего качества, соответствующую показателям воды природных источников. И потребителю, при большом разнообразии минеральных вод, как газированных, так и не газированных сложно сделать правильный выбор.

### Описание работы

В качестве объектов исследования были взяты следующие минеральные воды

- Образец 1 Эссентуки № 17 Doctor Wasser производитель ООО Элита-минерал групп
- Образец 2 Аллея Источников № 4 Эссентуки производитель Холдинг Аква
- Образец 3 Славяновская элита производитель ООО Элита-минерал групп
- Образец 4 Новотерская целебная изготовитель АО Кавминводы
- Образец 5 Джинал производитель ООО Элита-минерал групп

В ходе работы были определен состав минеральной воды:

- 1) Определен pH минеральной воды
- 2) Определено наличие сульфат-ионов
- 3) Определено наличие гидрокарбонат-ионов
- 4) Определено наличие хлорид-ионов
- 5) Определено наличие катионов  $Mg^{2+}$   $Ag^{+}$
- 6) Изучено влияние минеральной воды на растения



При производстве лабораторного анализа были получены следующие данные: Образцы № 1,3,5 соответствуют заявленному составу. Образцы № 2,4 имели ряд несоответствий указанному составу заявленные составы. Результаты экспериментов обобщили в сводной таблице. (Таблица 1)

Аноны/ катионы	Эссенгуки №17		Аллея источников №4		Славяновская		Новотерская целебная		Дюнал	
	И н ф. пр он з	Рез. экс. п.	Инф. прон з	Рез. экс. п.	Инф. прон з	Рез. экс. п.	Инф. прон з	Рез. экс. п.	Инф. прон з	Рез. экс. п.
pH	8,5	8,6	>8	6,7	7	7,1	7	6,7	6	6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	+	+	+	Не подт.	+	+	+	+	-	-
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Cl <sup>-</sup>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mg <sup>2+</sup>	+	+	+	Не подт.	+	+	+	+	-	-
Ag <sup>+</sup>	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-

Таблица 1. Сводная таблица по результатам исследования

### Итоги исследования:

- 1) Исследования показали, что не всегда фактически состав минеральной воды соответствует данным на этикетке.
- 2) Влияние минеральной воды на живые организмы показало, что ни в одном образце не содержится опасных для организмов веществ, не заявленных производителем.

### Источники информации:

- 1) Методы обнаружения и разделения элементов/ [И. П. Алимарина]. – Москва, Московский государственный университет, 1984. – 208 с.
- 2) Минеральные воды/[ИА. Лидин]. - Москва, «Феникс» 2009г. – 256 с.

## Влияние шумовой среды на человека в помещении (на примере самоизоляции)

Автор:

ОВЦЫНА Юлия Владленовна, МАОУ Лицей №2 г. Перми,  
11 класс

Научный руководитель:

АЛЪЯНАКИ Светлана Ивановна, учитель физики, МАОУ  
Лицей №2 г. Перми

Исследование влияния шумового окружения на человека занимает одно из актуальных направлений в науке, особенно в условиях мегаполиса. В данной работе внимание уделяется изучению воздействия звуков и шумов разного происхождения на людей во время совместного пребывания в условиях самоизоляции.

Во время самоизоляции членам семей приходится зачастую обучаться и работать дистанционно, находясь в одном помещении долгое время. При этом возникает спонтанное шумовое окружение, которым практически невозможно управлять, в связи с чем встает вопрос о его негативном продолжительном влиянии на человека (ухудшение слуха, перегруженность мозга, создание стрессовой ситуации). (Таблица 1)

Источники шума	Уровень шума	Влияние на организм
Шепот	20 дБ	Безвреден
Негромкий разговор	30-40 дБ	Ухудшается сон
Громкий разговор	50-60 дБ	Снижается внимание, ухудшается зрение
Перемена в школе	80 дБ	Изменение кровотока кожи, возбуждение организма
Автомобиль, мотоцикл	91 дБ 86 дБ	Нарушение слуха, утомляемость, головная боль, заболевания сердца
Взрыв	130-150 дБ	Болевые ощущения, смерть

Таблица 1. Влияние шума на организм человека

На сегодняшний день изучению влияния шума на человека и выявлению условий его безопасности посвящено достаточно много работ о психологическом состоянии людей во время долгого периода действия шума, разработаны таблицы санитарных норм условий труда, соблюдение которых помогает оставаться работникам здоровыми и работоспособными. (Таблица 2) Но источников исследований о влиянии шума на человека в большой семье – нет.

Вид труда	Максимально допустимый уровень шума (дБ), в полосах следующих октав (Гц)								Эквивалентные уровни шума, дБА	
	86	71	61	54	49	45	42	40		38
Научная работа, расчеты, конструирование.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Офисы, лаборатории.	93	79	70	68	58	55	52	52	49	60
Офисы с речевой связью, помещения мастеров и т.п.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Сосредоточенная работа в помещениях с шумным оборудованием	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Все виды работ в цехах и на территориях предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Таблица 2. Санитарные нормы шумового окружения

**Цель** – изучить влияние шумового окружения на слуховой аппарат человека в условиях ограниченного пространства в кругу людей (в условиях самоизоляции).

**Задачи:**

- 1) Ознакомиться с литературой и источниками по данной теме
- 2) Дать определения понятиям «звук» и «шум»
- 3) Проанализировать особенности работы в различных помещениях в условиях шума.
- 4) Провести замер уровня шума и проанализировать результаты исследований.
- 5) Составить рекомендации для решения проблемы влияния шума на человека.



**Объект** – влияние шума на человека. **Предмет** – влияние шума на слух человека, находящегося в окружении определенного количества человек в помещении длительное время (во время самоизоляции).

#### Методы исследования:

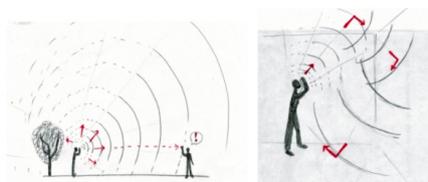
- 1) ознакомление с понятиями «шум» и «звук»
- 2) изучение материала по данной теме
- 3) изучение особенности работы в различных помещениях в условиях шума
- 4) измерение и запись шума в закрытом пространстве, где происходит исследование
- 5) сбор, анализ и вывод полученной информации

Данная научно-исследовательская работа состоит из двух глав. Первая глава «Значение звукового пространства в окружающем мире» посвящена описанию основных понятий в акустике, устройства слухового аппарата человека и санитарных норм шумового окружения. Во второй главе «Исследование» рассматривается модель ситуации самоизоляции, рассчитывается показатель влияния шумового окружения в данных условиях и даются рекомендации для возможного решения проблемы.

**Условия модели для расчетов.** Исследование было проведено на модели семьи, состоящей из шести человек, которые два месяца находились в одном помещении в условиях самоизоляции. Произведены замеры громкости звуков и уровня шума в домашних условиях.

Семья состоит из 6 человек, среди которых дети и взрослые. Дети и взрослые учатся дистанционно, и время от времени все находятся в одной комнате по разным причинам (например, сбой связи с интернетом, просмотр программ по телевизору, работа на стационарном компьютере и др.). Один ребенок учится также в музыкальной школе – ему надо выполнять задания по игре на музыкальном инструменте, другой ребенок в возрасте 4 лет часто не контролирует свои эмоции. Время продолжения самоизоляции равны периоду 2-х месяцев.

**Расчёты и результат.** С помощью приложения «Sound Meter» были произведены замеры шума в децибелах. Средний уровень шума составил около 90 дБ. При этом учитывалось, что пространство закрытое (Рисунок 1, 1а). Опираясь на данные по тому, насколько ухудшается слух при определённом уровне шума, был рассчитан возможный процент падения слуха человека в большой семье во время общей самоизоляции. Результат – 0,08%.



Рисунки 1, 1а. Распространение звука в открытом и закрытом пространствах

По собранным материалам отмечается хроническая усталость, боль в голове, рассеивание внимания, невозможность сосредоточиться на одном деле.

В заключение работы были сделаны следующие **выводы**:

- 1) Звук и шум оказывают большое влияние на человека. Современные достижения говорят об огромном потенциале исследования звуковых волн в науке и о возможностях практического применения звука;
- 2) Данная тема исследования особенно актуальна в нынешних условиях организации семейного быта, связанного с удаленной работой и дистанционным обучением. В семье из 6 человек, у ее членов уменьшается слух на 0,08%.
- 3) Были собраны рекомендации по уменьшению шумового воздействия и стресса на живой организм, защите физического и психологического здоровья человека и необходимости отслеживания уровня шума в помещении.

Данная тема **актуальна** на сегодняшний день и требует к себе особого внимания.

**Источники информации:**

- 1) Влияние шума на организм человека. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 2) Шум и ярость. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 3) Что значит режим самоизоляции для всех с юридической точки зрения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 4) Звуковые волны шума. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 5) Влияние шума на организм человека. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 6) Звуковые волны и их характеристики. Звуковые волны вокруг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 7) Самая тихая комната в мире. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 8) Юдин Е. Я. Борьба с шумом на производстве: Машиностроение, 1985. - 400 с.
- 9) Офисный шум смертельно опасен: как не сойти с ума. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 10) Указ президента Российской Федерации о самоизоляции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)
- 11) СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#)

## Упругие свойства костей (на примере костей ног свиньи)

Автор:

ПЕТУХОВА Виктория Владимировна, МБОУ «Лицей №62» г. Кемерово 8 класс с медицинским уклоном

Научный руководитель:

ПЕЧЕРСКАЯ Светлана Юрьевна, учитель физики, почётный работник общего образования РФ

### Цель работы:

- 1) Изучение упругих свойств костной ткани на примере костей ног свиньи.
- 2) Определить модуль упругости костной ткани также на примере костей ног свиньи.

### Задачи:

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Познакомиться с наукой биомеханикой, её историей развития.
- 3) Изучить направления развития биомеханики.
- 4) Исследовать упругие свойства костей на примере костей ног свиньи.
- 5) Делать сравнительный анализ упругих свойств костей с имеющимися материалами.

### Научная новизна.

Изучение свойств костей находится, по-моему мнению, на начальной стадии. Некоторые данные полученные мной в работе мне бы хотелось уточнить в следующих исследованиях.

### Практическая значимость.

Определение требований по упругости к материалам, применяемым в протезировании костей.

### Описание работы.

Определение модуля упругости производилось исследованием образца костей на изгиб. Уже на начальной стадии проекта стало понятно, что кость обладает большой прочностью, т.к. образец пришлось выпиливать полотном для резки металла. Я отказалась от использования штативов и гирь разновесов. При проведении опытов использовалась трубка и гири от 0,5 кг. Чтобы замерять прогибы я фотографировала каждый опыт и измеряла их на фотографии, а затем подсчитывала. Вводя коэффициенты пропорциональности. Модуль упругости рассчитывала по формуле. Коэффициент жёсткости я подсчитывала по формуле Гука, построив треугольник сил.

### Итоги исследования.

Анализируя данные своих расчётов, я пришла к выводу, что даже кость ноги свиньи обладает упругостью близкой к упругости, стали. Это необходимо учитывать при разработке материалов для протезирования костей.

## Применение информационных технологий для лечения COVID-19

**Автор:**

ПИМЕНОВА Виктория Сергеевна, МБУ ДО «Дом детского творчества» г. Реутов Московской области (технопарк «Изобретариум»)

**Научный руководитель:**

ПОСЕВИН Данила Павлович, к.ф.-м.н. Педагог дополнительного образования МБУ ДО «ДДТ» г. Реутов Московской области (технопарк «Изобретариум»)

### Актуальность

В работе рассматривается прототип браслета дистанционного контроля за состоянием человека, в частности для лечения новой коронавирусной инфекции COVID-19. Данный браслет позволит сэкономить время медицинским работникам затрачиваемое на контроль за состоянием больного при стационарном и амбулаторном лечении. Также браслет необходим для непрерывного мониторинга состояния больного и особенно актуален в период обострений или достижения кризиса болезни [1]. В период пикового роста числа заболевших COVID-19, который наблюдался весной и осенью 2020 года, использование браслета особенно актуально, поскольку по причине перегрузки коечного фонда стационаров, лечащие врачи вынуждены были лечить тяжелобольных амбулаторно, что повышало риск наступления осложнений в силу отсутствия непрерывного контроля за индексом сатурации [2] и температурой [3], что является важным при лечении COVID-19. Стоимость данного браслета ниже его аналогов, а функционал браслета может быть масштабирован, так как всегда можно добавить необходимый набор датчиков, чтобы использовать его в другой области медицины.

**Целью работы** является создание работающего прототипа браслета для непрерывного контроля за основными показателями состояния здоровья пациента с диагнозом подтвержденная или неподтвержденная коронавирусная инфекция, вызванная COVID-19, как в случае стационарного лечения, так и амбулаторного.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи**:

- 1) изучить актуальные методы лечения COVID-19, определить основные параметры мониторинга состояния здоровья пациента в частности в случае тяжелой степени заболевания;
- 2) выбрать электронные компоненты и разработать прототип браслета;
- 3) создать веб-ориентированную информационную систему хранения данных и их отображения для осуществления непрерывного дистанционного контроля за состоянием пациента.

### Описание хода выполнения работы

Работа была выполнена в несколько этапов. Первый этап заключался в том, чтобы собрать необходимую информацию о параметрах контроля за состоянием пациента при лечении COVID-19, чтобы верно подобрать базовый набор датчиков. Для решения данной задачи был использован модуль MAX30102. На втором этапе был собран работающий прототип браслета на базе микроконтроллера NodeMCU. На третьем этапе были выполнены эксперименты, чтобы убедиться в работоспособности устройства. Проверка производилась на нескольких пациентах с диагнозом внебольничная двусторонняя долевая пневмония и дыхательная недостаточность. Серия экспериментов подтвердила работоспособность браслета дистанционного контроля за состоянием здоровья человека.

### Итоги работы

Результатом работы является рабочий прототип устройства дистанционного контроля за состоянием здоровья человека и непрерывной выгрузкой данных в облачный сервис мониторинга, позволяющий непрерывно отслеживать состояние здоровья пациента с использованием доступа к сети интернет. В дальнейшем планируется расширить набор датчиков, входящих в состав браслета, чтобы расширить сферу применения данного устройства. В зависимости от определённых наборов электронных компонентов этот прибор можно использовать для наблюдения за пациентами с другими заболеваниями отличными от COVID-19.

Ссылка на сайт мониторинга состояния человека на основе данных полученных с браслета: [Ссылка](#)



Видеопрезентация работы: <https://youtu.be/5inZTOvAaWQ>

**Источники информации:**

- 1) *Андрей Витушко* «Как вылечить COVID-19 и не проспать гипоксию» [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (Дата обращения 24.02.20021)
- 2) «Сатурация при коронавирусе: норма кислорода в крови у взрослых, что делать если 90 и ниже?» [Электронный ресурс]. [Ссылка](#). (Дата обращения 12.02.20021)
- 3) *Василенко В.В.* «Измерение температуры тела». Русский Медицинский Журнал. Электронное периодическое издание.



## Синтез наночастиц куркумина с использованием различных ПАВ, как потенциального противовоспалительного средства

**Автор:**

РУДЕНКО Михаил, Учащийся класса 8б школы № 1547, слушатель курса по нанотехнологиям в Технограде, ВДНХ

**Научный руководитель:**

СТРЕБКОВ Д.А., Преподаватель по нанотехнологиям, Техноград

**Актуальность:** В данной работе синтезируются наночастицы куркумина, который является потенциальным противовоспалительным средством. Уменьшение размера частиц в противовоспалительных препаратах позволяет увеличить проницаемость препарата сквозь биологические барьеры организма (как известно, различные наночастицы оказывают больший эффект, чем частицы микронного размера) и эффективнее бороться с недугом.

**Основная идея работы:** В работе исследуется влияние различных поверхностно-активных веществ (ПАВ) на морфологию получаемых наночастиц. Основная идея заключается в подборе оптимального ПАВ для получения наночастиц минимального размера, что будет способствовать лучшему усвоению в организме.

**Цели:** получение наночастиц куркумина минимального размера

**Задачи:**

- 1) Синтез наночастиц куркумина с использованием различных ПАВ,
- 2) Изучение морфологии полученных частиц,
- 3) Исследование влияния наночастиц куркумина на живые организмы

Куркумин - это химическое соединение, содержащееся в корневищах растения семейства имбирных *Curcuma longa*. Из высушенных растертых корневищ куркумы получают яркожелтый ароматный порошок практически не растворимый в воде. Куркумин обладает противовоспалительным действием угнетает развитие грибков, амёб, бактерий и вирусов.

Клинический результат лимитируется низкой растворимостью и биодоступностью куркумина, что решается в рамках данного проекта.

**Используемые ПАВ:**

Поливинилпирролидон - пищевая добавка E1201, белый, легкий порошок. Данным соединением обрабатывают пиво, вина, соки для предотвращения холодных (белковополифенольных) помутнений. По основной технологической функции добавка E 1201 включена в группу веществ, регулирующих консистенцию изделий. Продукт используют в качестве загустителя, стабилизатора. Может использоваться как осветлитель и диспергатор. Несмотря на сложное химическое название и синтетическую природу, признана безопасной для человека. Поливинилпирролидон является производным ацетиленна. По химическому строению добавка E 1201- это синтетический полимер органического соединения N-винилпирролидона, получен полимеризацией винилпирролида.

Мальтодекстрин – это углевод, близкий по своим свойствам к крахмалу и глюкозе. Изготавливается из кукурузного, рисового, пшеничного или картофельного крахмала путем его гидролиза с помощью ферментов или кислот. Хорошо растворяется в воде.

Мальтодекстрин состоит из молекул мальтозы, глюкозы, мальтодекстрозы и декстрина.

**I серия образцов**

наполняем стакан 50 мл дистиллированной воды и 1 мл спиртового раствора куркумина

Быстро перемешиваем, разливаем одинаковое количество раствора в 4 пробирки: в 1ю пробирку мальтодекстрин 0,1 г, во 2ю - ПВП 0,05 г, в 3ю пробирку – ничего, в 4ю пробирку добавляем мальтодекстрин 0,2 г



## II серия образцов

наполняем стакан 50 мл дистиллированной воды и 4 мл спиртового раствора куркумина

Быстро перемешиваем, отмеряем одинаковое количество раствора в 4 пробирки : в 1ю пробирку мальтодекстрин 0,1 г, во 2ю ПВП 0,05 г, в 3ю пробирку – ничего, В 4ю пробирку добавляем мальтодекстрин 0,2 г.

### Анализ результатов

В 1-ой серии образцов осадка не наблюдалось ни в одном из образцов, при этом во 2-ой серии образцов выпадение осадка наблюдалось во всех пробирках, за исключением 3-ей (в которую ничего не было добавлено). Необходимо также заметить, что в случае добавления ПВП, несмотря на меньшее количество в сравнении с мальтодекстрином, выпадение осадка наблюдалось больше, что свидетельствует о том, что его стабилизационные свойства превосходят те, что демонстрирует мальтодекстрин.

### Выводы

- 1) Были получены наночастицы куркумина методов замены растворителя с последующим добавлением стабилизаторов,
- 2) Поливинилпирролидон является более эффективным стабилизатором наночастиц, чем мальтодекстрин.

### Источники информации:

- 1) Википедия. [Ссылка](#);
- 2) «Практикум по наноматериалам и нанотехнологиям», А.Б. Щербаков, В.К. Иванов
- 3) <https://gp2.su/krasota/polivinilpirrolidon-svoystva-primenenie-vred.html>
- 4) <https://organicfact.ru/maltodekstrin-cto-eto-takoe-polza-i-vred-glikemicheskii-indeks/>

## Влияние ретинола на кожу при легкой форме акне

Автор:

САМОХОДКИН Максим, АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы, г. Долгопрудный, 5Б класс

Научный руководитель:

САЛЬНИКОВА Елена Игоревна, кандидат биологических наук, учитель биологии, АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы, г. Долгопрудный

**Цель работы:** Исследовать действие ретинола на кожу при легкой форме акне.

### Задачи:

- 1) Изучить строение кожи и причины возникновения акне.
- 2) Изучить механизм действия ретинола на кожу.
- 3) Провести отбор участников для дальнейшего исследования.
- 4) Провести обследование участников исследования на аппарате для диагностики кожи Agamo ASL перед началом применения ретинола.
- 5) Провести обследование участников исследования на аппарате для диагностики кожи Agamo ASL спустя 4 недели применения ретинола.
- 6) Сравнить полученные результаты исследования и сделать выводы.

### Практическая значимость.

По статистике порядка 80% подростков сталкиваются с проблемой угревых высыпаний. Зачастую угревая болезнь влечет за собой эстетическую и психологическую проблему. К сожалению, в силу недостатка информации об угревой болезни, большинство подростков занимаются самолечением и обращаются за медицинской помощью слишком поздно, когда уже образовались рубцы и легкая форма акне переросла в среднетяжелую или тяжелую форму. В то время как, своевременное обращение к врачу дерматологу позволяет локализовать болезнь на ранних стадиях и предотвратить образование рубцов и косметических дефектов.

### Описание работы.

В начале исследования мною были разработаны критерии отбора участников исследования.

Критерии отбора участников исследования: желание участника участвовать в исследовании и возможность следовать протоколу, возраст участника мужского или женского пола от 13 лет до 18 лет, наличие акне легкой степени, отсутствие системной терапии и наружной терапии более 2 недель, локализация клинической картины акне на лице.

Из 32 претендентов было отобрано 12 участников исследования.

Исследование проводилось в осенний период. Продолжительности исследования составляла 4 недели. Исследование проводилось визуально и с помощью аппарата для диагностики кожи.

Диагностика кожи проводилась перед началом применения ретинола и спустя 4 недели применения ретинола. Ежедневно проводился контрольный осмотр участников исследования с целью выявления возможных побочных реакций кожи на ретинол.

Исследование проводилось по следующим параметрам:

- 1) Жирность кожи.
- 2) Определение размера пор.
- 3) Определение активности сальных желез.
- 4) Чувствительность кожи.
- 5) Определение количества папул и пустул.

## Итоги исследования

Спустя 4 недели применения ретинола участниками исследования получились результаты представленные в Приложении 1.

По результатам исследования можно сделать вывод, что применение ретинола при легкой форме угревой болезни дает положительные результаты. Происходит нормализация работы сальных желез и уменьшение их размеров, устраняется фолликулярный гиперкератоз и восстанавливается отток секрета сальной железы, купируется воспалительный процесс на коже.

## Источники информации:

- 1) Марголина А.А., Эрнандес Е.И., Зайкина О.Э. Новая косметология. - М.: ИД "Новая косметология 2000. - 204 с.
- 2) Эрнандес Е.И., Марголина А.А. Новая косметология. Основы современной косметологии. - М.: ИД "Новая косметология 2012 - 600 с.
- 3) Эрнандес Е.И. Угревая болезнь и повышенная жирность кожи. - М.: ИД "Косметика и медицина 2012 - 200 с.

## Приложение №1: Результаты исследования

- 1) Жирность кожи (Таблица 1).

Участник	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
До	72	69	75	56	62	72	63	57	80	73	65	69
После	63	57	59	31	51	59	45	49	67	59	54	52

Таблица 1. Показатели жирности кожи перед применением ретинола и спустя 4 недели применения ретинола. Референтное значение 61.

Жирность кожи уменьшилась у всех участников исследования в среднем на 20%.

- 2) Размер пор (Таблица 2).

Участник	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
До	41	40	48	28	39	48	31	46	41	38	44	50
После	25	30	41	21	31	46	22	39	39	33	40	46

Таблица 2. Показатели размера пор перед применением ретинола и спустя 4 недели применения ретинола. Референтное значение 30.

У подавляющего большинства участников исследования поры в начале исследования были расширенными. После применения ретинола поры значительно сократились.

- 3) Активность сальных желез (Таблица 3).

Участник	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
До	63	59	64	51	57	65	54	49	69	61	54	55
После	38	36	37	32	33	36	31	28	42	35	39	33

Таблица 3. Показатели активности сальных желез перед применением ретинола и спустя 4 недели применения ретинола. Референтное значение 30.

К концу исследования активность сальных желез уменьшилась в среднем на 40%.

- 4) Чувствительность кожи (Таблица 4).

Участник	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
До	13	16	14	20	24	25	21	10	14	16	18	13
После	20	31	24	50	28	26	56	25	21	32	29	20

Таблица 4. Показатели чувствительности кожи перед применением ретинола и спустя 4 недели применения ретинола. Референтное значение 14.

Так как применение ретинола приводит к уменьшению рогового слоя и стимуляции иммунных клеток кожи, чувствительность кожи у всех участников значительно увеличилась. По результатам еженедельных контрольных осмотров двум участникам исследования (№ 4 и № 7) были назначены препараты, уменьшающие раздражение и шелушение кожи.

- 5) Количество папул и пустул (Таблица 5).



Участник	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11	№ 12
До	10	0	4	8	2	4	6	5	0	3	0	9
После	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2

Таблица 5. Количество папул и пустул перед применением ретинола и спустя 4 недели применения ретинола.

Количество папул и пустул значительно сократилось. У 3-х участников исследования остались единичных воспалительные элементы в области Т-зоны.

## Выравнивание результатов секвенирования на геном вируса Ebola

**Автор:**

**СОЛДАТЕНКОВА Ольга**, Соловьева Полина Александровна, учитель биологии, н.с. лаборатории клеточного гомеостаза и тромбоза

**Научный руководитель:**

**АЛЕКСАНДР Журов**, Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы «Школа №2107»

**Актуальность:** Тяжелая эпидемиологическая ситуация в мире - необходима быстрая идентификация патогенов. Современным быстрым и точным методом идентификация является секвенирование с выравниванием на референсный геном [1].

**Цель:** Анализ работы программ для выравнивания результатов секвенирования на геном вируса Ebola.

**Задачи:**

- 1) Освоить работу с банками геномов и белков, банками результатов секвенирования.
- 2) Освоить геномный браузер IGV и интегрированный программный инструмент Ugene, программный пакет BLAST [5], программный пакет SRATools.
- 3) Освоить биоинформатические инструменты Bowtie2, BWA, Minimap2, Hisat2, SAMtools и BAMtools [2, 3, 4].
- 4) Используя освоенные инструменты выровнять результаты секвенирования на геном вируса Ebola. Провести сравнительный анализ их работы.

**Содержание работы:**

На сайте NCBI были взяты результаты секвенирования транскриптома человека, больного лихорадочной Ebola и геном вируса Ebola. Проводились одинаковые по содержанию, но разные по форме действия для 4 программ выравнивания: BWA, Bowtie2, Minimap2 и Hisat2. Действия:

- Установка программы.
- Индексирование на геном вируса Ebola.
- Выравнивание прямых прочтений.
- Удаление из файла невыравненных прочтений.
- Выравнивание обратных прочтений.
- Удаление из файла невыравненных прочтений.
- Расчет статистики специально написанной программой сразу для двух файлов (прямых и обратных прочтений).

Общая схема работы с данными представлена на Рис.1. Для анализа выравнивания была написана программа на языке Python. Результаты анализа выравнивания представлены в таблице:

Название программы	Выравненные прочтения	Выравненные нуклеотиды	Максимальное качество	Среднее качество	Время работы (сек)
BWA	601	86598	60	59.95	291
Bowtie2	599	85127	42	31.59	234
Minimap2	595	85730	60	54.83	68
Hisat2	373	53604	60	60	76

Таблица 1. Результаты анализа выравнивания

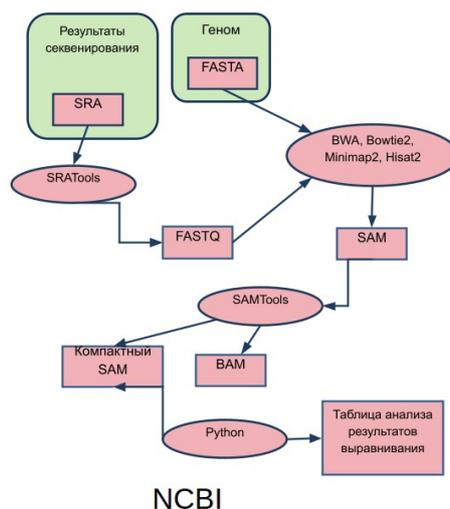


Рис.1 Общая схема работы с данными.

### Выводы:

- 1) Из исследованных программ выравнивания наибольшую производительность продемонстрировала Minimap2 при сохранении очень хорошего качества выравнивания и количества выровненных нуклеотидов. (Рис.2.)

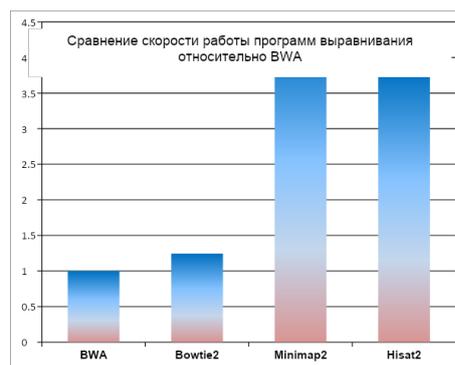


Рис. 2. Сравнение скорости работы программ выравнивания относительно BWA.

- 2) Благодаря эффективности используемых в программах выравнивания алгоритмов, для решения поставленной в данной работе задачи не потребовалось больших вычислительных ресурсов.
- 3) Учитывая то, что с использованием новых технологий скорость и точность секвенирования постоянно растет, метод диагностики заболеваний при помощи секвенирования с последующим выравниванием на геном становится все более перспективным.

### Источники информации:

- 1) Metzker M. L. Sequencing technologies—the next generation //Nature reviews genetics. – 2010. – Т. 11. – №. 1. – С. 31-46.
- 2) Li H. et al. The sequence alignment/map format and SAMtools //Bioinformatics. – 2009. – Т. 25. – №. 16. – С. 2078-2079.
- 3) SAM/BAM and related specifications. [Ссылка](#) (дата обращения: 22.12.2020).
- 4) Altschul S. F. et al. Basic local alignment search tool //Journal of molecular biology. – 1990. – Т. 215. – №. 3. – С. 403-410.
- 5) Стоимость секвенирования генома человека. [Ссылка](#)

## Жёсткое окисление *n*-бутанола с получением полезных продуктов

Автор:

ТАГИЕВА Севиля Расимовна, ГБОУ Школа №1391 г. Москва, 11 класс био-химического профиля

Научный руководитель:

КУЗНЕЦОВА Светлана Николаевна, учитель химии высшей квалификационной категории ГБОУ Школа №1391 г. Москва

**Цель работы:** получить бутаналь и возможные побочные продукты, проанализировать полученную смесь.

**Задачи:**

- 1) Анализ литературы по данной теме
- 2) Провести эксперимент, а именно – жёсткое окисление *n*-бутанола.
- 3) Определить качественный состав полученной смеси методом хроматография.
- 4) Определить возможное дальнейшее применение полученных продуктов

**Научная новизна** данной работы отличается новаторством в исследуемой тематике, так как альдегиды являются востребованными продуктами химического синтеза, которые в большом количестве применяются в фармацевтической и пищевой промышленности.

В ходе экспериментальной части проекта был получен еще один полезный продукт – 2-этил-2-гексеналь, который используется как ароматизатор, адъювант, сырьё для получения 2-этил-2-гексанола, так же значимого соединения.

**Практическая значимость.** В проектно-исследовательской работе проведён эксперимент. В ходе него был получен основной продукт - бутаналь. Также по результатам проведенных исследований был получен побочный полезный продукт 2-этил-2-гексеналь путем альдольной конденсации.

**Описание работы.**

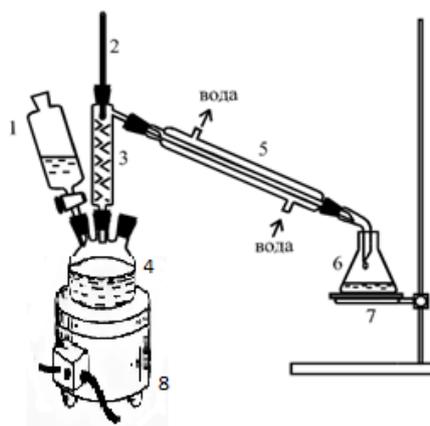


Рисунок 1

Собираем установку, включающую : 1- капельная воронка; 2- термометр; 3- дефлегматор; 4- трёхгорловая колба; 5- водяной холодильник; 6- приёмник; 7- сетка на металлическом кольце; 8- колбонагреватель.

В капельную воронку наливаем хромовую смесь (дихромат калия и серную кислоту), а в колбу – *n*-бутанол. Нагреваем *n*-бутанол, следим, чтобы температура паров, переходящих в холодильник, была в пределах 80-85 градусов. С помощью холодильника из паров жидкости мы получили конденсат, который по ом собирается в колбе-приемнике с водой. Бутаналь не смешивается с водой, поэтому их можно разделить с помощью делительной воронки.

Процентное содержание : Бутаналь – 15%, бутанол – 44%, 2-этил-2-гексеналь – 20%

**Итоги исследования:** Были получены бутаналь и 2-этил-2-гексеналь, изучены их свойства и строение посредством анализа литературы. Определено дальнейшее использование полученных продуктов.

**Источники информации:**

- 1) История открытия альдегидов [Электронный ресурс] [Ссылка](#)
- 2) Альдегиды [Электронный ресурс] [Ссылка](#)
- 3) Химические свойства альдегидов и кетонов [Электронный ресурс] [Ссылка](#)
- 4) *Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А.* Начала органической химии. М., Химия, 1974
- 5) *Zahraa Al-Auda , Hayder Al-Atabi, Keith L. Hohn,* Metals on ZrO<sub>2</sub>: Catalysts for the Aldol Condensation of Methyl Ethyl Ketone (MEK) to C<sub>8</sub> Ketones // Catalysts 2018, 1-15.
- 6) *Wenzhi Lia, Mingxue Sua, Tingwei Zhanga , Qiaozhi Maa , Wei Fan,* Production of liquid fuel intermediates from furfural via aldol condensation over potassium-promoted Sn-MFI catalyst // Fuel, 2019 ,1281-12

## Моделирование процессов распространения эпидемий и физическое исследование средств защиты

<b>Автор:</b>	ШВАЛЮК Эмма Валерьевна, XI «Ф/т» класс ГУО «Лицей № 1 г. Гродно»
<b>Научный руководитель:</b>	МАСЛОВ Игорь Сергеевич, учитель физики высшей квалификационной категории, директор ГУО «Лицей № 1 г. Гродно»
<b>Научный руководитель:</b>	НИКИТИН Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической физики и теплотехники, УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

**Цель работы:** разработка моделей процесса распространения эпидемии на примере учебного класса школы и экспериментальная оценка эффективности персональных средств защиты.

### Задачи:

- 1) выполнить оценку эффективности индивидуальных средств защиты;
- 2) исследовать геометрические параметры выдыхаемого потока;
- 3) построить компьютерные модели для оценки заражения учащихся в классе при наличии больных учеников;
- 4) произвести оценку характера распространения инфекционного заболевания и времени заражения окружающего воздуха в учебном классе.

**Научная новизна** данной работы заключается в разработанной нами компьютерной модели процесса распространения инфекционного заболевания в условиях закрытого помещения (это может быть учебный класс, офис и т.д.); а так же в программе, позволяющей определить пропускную способность произвольной маски.

**Практическая значимость.** Работа может быть полезной при установлении санитарных норм в закрытом помещении, а также при выборе индивидуального средства защиты при организации образовательного процесса в учреждениях образования.

**Описание работы.** Работа разделяется на два этапа. На первом этапе мы: оценили размеры отверстий в 6 различных типах масок; оценили размеры выдыхаемых человеком капель; разработали программу, оценивающую пропускную способность масок, и с учетом данных, полученных нами при оценке размеров отверстий в масках и выдыхаемых капель, рассчитали коэффициенты проницаемости выбранных нами масок.

На втором этапе определили геометрические параметры (длину проникновения и угол раствора) выдыхаемого потока воздуха при дыхании с маской и без нее. Затем разработали «контактную» модель процесса распространения инфекции в учебном классе. Она заключается в том, что задавая размеры класса, количество учеников в нем, количество инфицированных учеников и максимальную скорость перемещения учеников по классу, можно отслеживать процесс заражения учащихся. Заражение здорового ученика происходит при его контакте с больным. Это происходит с фиксированной вероятностью, которую можно задать в созданной нами программе.

Также результатом второго этапа выполненного исследования стала разработка конвективно-динамической модели процесса распространения инфекции в учебном классе. Данная модель похожа на «контактную», однако в ней учитывается то, что во время перемещения учеников, они дышат, вследствие чего, при выдохе инфицированного ученика, окружающая его область пространства будет содержать вирусы, а при попадании здорового ученика в данную область, он может заразиться.

**Итоги исследования:** В настоящей работе введен коэффициент проницаемости, который может использоваться для определения эффективности защитных масок. Разработанные нами модели позволяют определять время заражения учеников в классе при различных начальных условиях, а так-

же определять зависимость относительной области заражения учащихся в классе от времени, при наличии в помещении инфицированных учеников.

### Источники информации:

- 1) *Макеев, В.А.* Возникновение новых инфекционных заболеваний – глобальная проблема человечества. // Электронный ресурс. / Условия доступа: [Ссылка](#)
- 2) *Никитин, А.В.* Компьютерное моделирование физических процессов. / *А.В. Никитин, А.И. Слободянюк, М.Г. Шишаков.* – М.: БИНОМ, 2013. – 676 с.

### Приложение №1: Интерфейс программы, позволяющей определить пропускную способность защитных масок

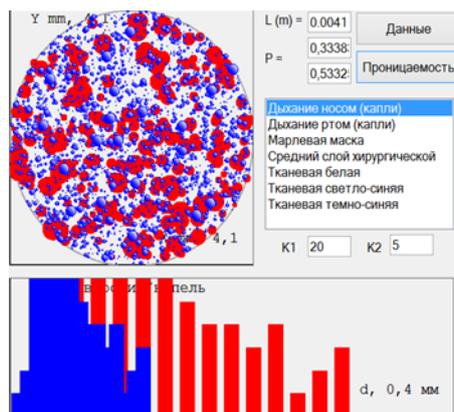


Рисунок 1.

#### Примечание:

- 1) Р-коэффициент проницаемости маски. В данной программе он рассчитывается двумя способами: 1-статистический (верхний на рисунке) – это отношение протекших капель к полному их количеству; 2- геометрический (на рисунке снизу) –это отношение площади всех капель к площади всех отверстий.
- 2) В нижней части рисунка представлены гистограммы распределения капель, выдыхаемые человеком по размерам и отверстий в защитной маске.

### Приложение №2: Интерфейс «Контактной» модели

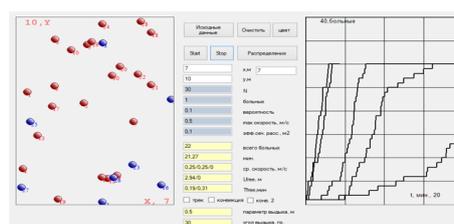


Рисунок 2.

#### Примечание:

- 1) Слева отображается модель класса (двумерное пространство), в котором двигаются ученики (ученики представлены в модели как молекулы идеального газа). Молекулы синего цвета- символическое изображение здоровых учащихся, молекулы красного цвета – инфицированные ученики.
- 2) Справа отображены графики зависимости количества зараженных учеников от времени при различных вероятностях передачи инфекции в процессе «столкновения» (например, контакта) инфицированного и здоровых учеников класса.

### Приложение №3: Интерфейс конвективно-динамической модели

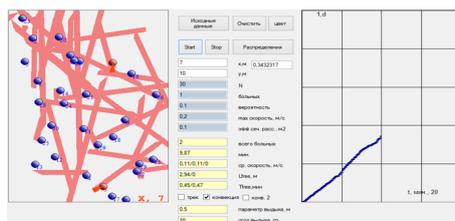


Рисунок 2.

Примечание:

- 1) Слева отображена область красного цвета – область заражения, образовавшаяся за время движения инфицированных учеников класса.
- 2) Справа представлен график зависимости относительной области заражения (отношение зараженной площади класса, к полной площади) от времени.

## Проверка лекарственных препаратов на подлинность

Автор:

ШИЛИНА Мария Константиновна, МОУ СОШ №3 г. Жуковский

Научный руководитель:

ТЕБЕНЬКОВА Л.Ф., Провизор, заведующая аптекой №468

**Актуальность:** положительная динамика численности производственных аптек.

**Цель работы:** исследование и применение наименее затратных методов определения подлинности лекарственных субстанций в производственных аптеках, где обязателен контроль каждой упаковки произведенной лекарственной формы, что гарантирует наивысшее качество лекарственных препаратов.

**Задачи работы:**

- 1) Изучить регламентирующие документы
- 2) Изучить методы определения подлинности лекарственных средств
- 3) Произвести исследование на подлинность
- 4) Проанализировать полученный результат
- 5) Сделать выводы

**Объект исследования:** фармацевтическая субстанция аскорбиновой кислоты

**Предмет исследования:** определение наличия действующего вещества

**Методы:**

- Химико-аналитический метод определения подлинности фармацевтических субстанций путем проведения химических реакций
- Рефрактометрический метод исследования фармацевтических субстанций

**Заключение:**

Проведенная работа доказала возможность использования методов установления чистоты и концентрации лекарственных веществ при использовании различных низко затратных физических, физико-химических, химических методов анализа и их сочетаний.

**Источники информации:**

- 1) Государственная фармакопея СССР ОФС 6, ОФС1.4.1.0010.15 ГФ РФ X, ГФ РФ XIV
- 2) <https://studopedia.ru/>
- 3) Внутриаптечные приказы и инструкции

## Биоактинг для детей «Построй и изучи свою модель ЗОЖ»

Автор:

ЯСЮКЕВИЧ Мария Вячеславовна, 10 класс, МАОУ СОШ №10 г.Гай

Научный руководитель:

АХНАЗАРОВА Гузель Зуфаровна, учитель химии и биологии

На сегодняшний день проблема детского здоровья является основной проблемой поколения 21 века. Наша работа ведётся уже не первый год, мы следим, за меняющейся обстановкой в России наблюдая за рейтингами и статистическими данными, так или иначе связанными с ЗОЖ. Сложившаяся на сегодняшний день обстановка в стране и в мире, лишь усугубила уже имеющуюся ситуацию. А анализ, проведённых в 2020 году, ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России, по изучению ограничений на физическую активность населения в условиях самоизоляции по причине COVID-19. [1] Позволяют сделать вывод, что в ближайшем будущем, нас ждёт ещё более сильное снижение показателей здоровья у подрастающего поколения. Мы понимаем, что решение этой проблемы включает в себя множество аспектов: социальный, экономический, экологический, политический и другие. Однако, по единодушному мнению, специалистов, одно из ведущих мест среди них занимает формирование у подрастающего поколения ценностного отношения к своему здоровью. Кроме того, данная тема актуальна ещё и потому, что по уже доказанному утверждению специалистов, 75 % болезней взрослых заложено именно в детские годы, поэтому воспитание ответственности за здоровье россиян следует начинать со школы или даже с детского сада и учиться этому всю жизнь. Так как от того, насколько будут сформированы навыки ЗОЖ в юности, во многом зависит, как раскроется потенциал личности в будущем. [2] [3]

Ещё в начале работы, когда мы изучали отдельные темы ЗОЖ такие как «Вредные привычки» и «Ожирение», «Спорт и ЗОЖ», «Личная гигиена», «Правила закаливания» и другие, мы сделали вывод, что формирование здорового образа жизни является длительным, обучающим и воспитательным процессом, а также, что необычно и красочно поданная информация воспринимается гораздо лучше, чем простая презентация. Это и натолкнуло нас на создание программы, аналогов которой мы пока не нашли.

С помощью придуманной нами программы «Построй и изучи свою модель ЗОЖ», мы хотим помочь учащимся сформировать ценностное отношение к своему здоровью, а также, навыкам культуры здорового образа жизни и занятию спортом. Используя полученные результаты, наглядно показать какие именно физико-химические, биологические и другие явления происходят в организме при соблюдении или не соблюдении одного из компонентов ЗОЖ, чтобы углубить полученные знания и осуществить меж предметные связи, показав учащимся, как соотносится изучаемый материал с повседневной жизнью, тем самым показать насколько важно постоянно заботиться о своем здоровье. Научить их биоактингу, (в данной работе мы вкладываем в это понятие «Культуру управления здоровьем»).

**Цель:** Разработать программу «Построй и изучи свою модель ЗОЖ»

**Гипотеза:** Если преподнести познавательный и обучающий материал в интересной нестандартной форме, то это не просто поможет его лучшему усвоению и запоминанию, но и повышает интерес к проблеме.

В программе использовали весь теоретический материал по теме ЗОЖ (собранный нами в течении 3 лет). В результате прохождения данного теста, каждый из респондентов смог наглядно увидеть своё отношение к ЗОЖ и проанализировать причины, влияющие на него. Результат представлен на построенных диаграммах, одна из которых наглядно изображает модель твоего ЗОЖ, а вторая причины, приведшие к такому результату. Вся полученная информация, заносится в «Паспорт Здоровья учащегося». После прохождения тестирования учащимся предлагаются чек листы, которые также фиксируются в «Паспорте здоровья».

Работа оказалась интересной и продуктивной, полученный результат ещё больше вдохновил не только респондентов, но и нас самих, у нас появилось много последователей желающих продолжать работу вместе.



Знакомство с физико – химическими процессами, происходящими в организме, оказалось не менее интересным. После проведения нескольких классных часов на эту тему многие учащиеся стали предлагать свои идеи по развитию темы ЗОЖ. Кого-то затронула тема питание, кого-то закаливания, некоторые занялись более подробным изучением свойств предметов личной гигиены, мы так же рассмотрели тему вирусов и ГМО постепенно у нас собирается команда единомышленников, что говорит о том, что мы выбрали правильный путь, для привлечения учащихся к внимательному отношению к своему здоровью и ведению ЗОЖ.

В результате мы планируем создать своё научное сообщество «Мы за ЗОЖ», где ребята будут проводить свои исследования более интересных для них тем связанных со здоровьем. В дальнейшем эти результаты мы попробуем систематизировать и возможно дополнить ими свою программу.

Подводя итоги данного исследования можно сделать **выводы:**

- 1) Используя уже проведённые нами исследования, а также, более подробно изучив тему о составляющих компонентах понятия «здоровье», принципах формирования ЗОЖ, жизненных ценностях, мы выделили наиболее важные и составили информационное пособие по ведению ЗОЖ.
- 2) Анкетирование позволило выявить не только уровень знаний и представления детей о ЗОЖ, но и готовность к ведению собственного здорового образа жизни. Как оказалось, у детей субъективная оценка своего состояния здоровья, не основана на критериях и компонентах валеологии и психологии. Компоненты психического здоровья осознаются не полностью. Дети недостаточно осведомлены об основных аспектах ЗОЖ, у них плохо сформирована мотивация на здоровый образ жизни.
- 3) Психологические методики М.Рокича и Ш.Шварца (тестирование созданных нами программы на их основе) позволили выяснить, что здоровье, как ценность, занимает в менталитете современных подростков не главное положение среди других ценностей жизни.
- 4) Разработанная и протестированная нами программа «Построй и изучи свою модель ЗОЖ», показала массу положительных результатов и было принято решение к дальнейшему её использованию в более широких массах. А формирующийся в результате прохождения программы «Паспорт здоровья» позволит, в дальнейшем, анализировать информацию и даст возможность к проведению дальнейших исследований, уже с возможным использованием, медицинских осмотров.
- 5) Ознакомиться с явлениями, благодаря которым организм человека может нормально функционировать. На практике доказать некоторые следствия из этих явлений.
- 6) На основе полученных респондентами данных по тестированию «Построй и изучи свою модель ЗОЖ», объяснить учащимся, что именно происходит в организме при соблюдении или не соблюдении одного из компонентов ЗОЖ, что бы ещё больше привлечь их внимание к данной теме и натолкнуло на внесение своих предложений по ведению ЗОЖ.
- 7) Достигнута цель исследования, решены задачи и подтверждена выдвинутая нами гипотеза. Подтвердилась актуальность темы здоровья, здорового образа жизни, ответственного поведения среди учащихся школы, необходимость внедрения в практику рекомендаций учащимся по формированию ЗОЖ в виде пособия «Здоровый образ жизни», а также, внедрение программы «Построй свою модель ЗОЖ» и её приложений.

Кроме того, своей работой мы показали учащимся ещё и то, что тема ЗОЖ связана со многими школьными предметами, и мы предложили респондентам найти не раскрытые нами точки соприкосновения ЗОЖ и их любимого предмета. Работа продолжается. Мы не хотим навязывать ЗОЖ, мы хотим дать понять насколько это нужно, важно и к тому же интересно. Поэтому поддерживаем и направляем в нужное русло любые мнения учащихся.

На данный момент мы работаем над усовершенствованием нашей программы, хотим дополнить её двумя довольно интересными темами, «Наши увлечения и ЗОЖ» и «Нано технологии и ЗОЖ».

Гораздо легче заниматься профилактикой, чем лечением. Поэтому лучше поддерживать своё здоровье с самого раннего детства, а не принимать какие-то радикальные меры в тот момент, когда тело или психика уже не выдерживают того образа жизни, который ведёт человек. Именно этой цели мы придерживаемся в своей работе «Биохакинг для детей».

**Источники информации:**

- 1) ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России провел опрос населения России по изучению влияния ограничений на физическую активность населения в условиях самоизоляции по причине COVID-19 [Электронный ресурс],- Режим доступа: [Ссылка](#)
- 2) Мировая статистика здравоохранения [Электронный ресурс],- Режим доступа: [Ссылка](#)
- 3) Амина Дж. Мохаммеда а, Тедрос Адханом Гебрейесус Здоровый образ жизни, благополучие и Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс],- Режим доступа: [Ссылка](#)

## Влияние внешних факторов на суточную активность и продуктивность пчелиной семьи

Автор:

АШИХМИН Степан Олегович, МАОУ СОШ №22, г. Тюмень, 4 класс

Научный руководитель:

РЫКОВАНОВА Галина Витальевна, учитель начальных классов высшей квалификационной категории МАОУ СОШ №22 г. Тюмень

**Цель** исследовательской работы: исследование влияния внешних факторов на суточную активность и продуктивность пчелиной семьи.

### Задачи исследования:

- Изучить состав и жизнь пчелиной семьи.
- Определить факторы, влияющие на суточную активность пчёл.
- Сделать выводы по результатам исследования.

**Гипотеза исследования:** Предположим, что суточная активность пчёл меняется под влиянием определённых факторов.

### Методы исследования:

- Изучение опубликованных материалов по теме исследования. Консультации пчеловодов.
- Получение, обработка и обобщение результатов эксперимента.
- Анкетирование учащихся класса по теме исследования.
- Анализ полученной информации по теме исследования.

### Работа проводилась в 4 этапа:

- 1) Май 2020г.-поиск и анализ библиографической информации
- 2) Июнь 2020г.-консультации пчеловодов
- 3) Июль 2020г.-проведение экспериментов
- 4) Август 2020г.-систематизация материалов, оформление результатов

**Практическая значимость** состоит в возможности ознакомления учащихся с особенностями жизнедеятельности пчел с использованием полученных результатов по теме исследования.

**Актуальность:** Продуктивность пчелиных семей, их способность противостоять неблагоприятным условиям окружающей среды зависит от сложного комплекса различных факторов. Научиться управлять этими факторами основная задача пчеловода. Изучение максимального количества факторов влияющих на жизнедеятельность, сохранность и продуктивность пчелиных семей, в современных меняющихся природно-климатических условиях позволяет совершенствовать адаптивную технологию содержания пчел, что представляет определенный практический и научный интерес для многих исследователей.

**Описание работы.** Основное содержание работы – исследование выполнялось на пасеке моего дедушки, которая находится в тихом местечке на окраине села. Материалом для исследований послужили пчелиные семьи среднерусской породы. Обычная пчелиная семья состоит из одной матки, нескольких сотен трутней и нескольких десятков тысяч рабочих пчёл. Пчелы питаются нектаром и пыльцой, используя нектар главным образом в качестве энергии, а пыльцу для получения белков и других питательных веществ. Пчелиная семья живёт в улье. Это искусственное жилище пчёл, в котором они строят гнездо из восковых сот. Улей защищает гнездо и пчёл от неблагоприятного воздействия внешней среды, обеспечивает сохранение тепла, выделяемого пчёлами. В проведенных исследованиях внимание было уделено природно-климатическим факторам. А именно: освещенность, погодные условия (ветер, дождь). Было проведено два эксперимента по установлению зависимости суточной активности пчелиной семьи от внешних факторов и анкетирование для выявления уровня информированности учащихся об особенностях жизнедеятельности пчелиной семьи.



**Итоги исследования:** В результате проделанной мною работы были прочитаны книги, изучены материалы на сайтах в сети Интернет, проведено анкетирование, эксперименты. Достигнута цель работы: я узнал, как влияют факторы окружающей среды на активность и продуктивность пчёл в течение суток и доказал, что действительно по поведению пчел можно предсказывать погоду. В своей работе я показал, что собой представляет жизнь пчелиной семьи, узнал, какие факторы влияют на суточную активность и продуктивность пчёл. Гипотеза моего исследования верна - суточная активность пчёл главным образом меняется под влиянием освещенности и погодных условий. Путем анкетирования учащихся определен уровень общих знаний о теме исследований. Среди 30 учащихся, в среднем, был выявлен удовлетворительный уровень информированности. Пониженный процент положительных ответов был выявлен в вопросах о факторах влияющих на суточную активность пчел, что свидетельствует об актуальности моих исследований. Полученные результаты приведены в приложении 1. Результаты эксперимента №1 показали, что освещенность также оказывает влияние на суточную активность и продуктивность пчёл, наибольшая активность и самая высокая производительность пчел наблюдается в ясный день в период максимальной освещенности с 11 часов до 14 часов, динамика наибольшей активности приходится на 12 часов дня. Эксперимент № 2 подтвердил, что изменение погоды влияет на активность и больше всего на продуктивность пчёл. По поведению пчёл можно предсказывать погоду за 6-8 часов. Экспериментальные наблюдения позволили установить, например, что пчелы вылетают из улья в пасмурный день за 8 часов до прояснения.

#### Источники информации:

- 1) Маленькая Энциклопедия «Пчеловодство». - М.: «Большая Российская энциклопедия», 2000.
- 2) В.А. Алексеев. 300 вопросов и ответов о насекомых. – Ярославль: «Академия развития», 1998.
- 3) И.Б. Литинецкий. Барометры природы. – М.: Дет. лит., 1982.
- 4) А.М. Мыльников. Содержание и разведение пчел на приусадебном участке. – М.: «Аквариум-Принт», 2005.
- 5) <http://www.gdekakpochemu.ru/tags/pchely>
- 6) [http://children.claw.ru/1\\_animals/content/zvery/pchyolki.htm](http://children.claw.ru/1_animals/content/zvery/pchyolki.htm)
- 7) <http://www.pcholki.com/htmpages/1-01.htm>
- 8) <http://www.-./pchelovodstvo/biologia-pchelinoi-semi>
- 9) <http://www.pchelovo.ru/semia/p1.php>
- 10) Е.К. Еськов. Этология медоносной пчелы - М. : Колос, 1992. – 333с.

#### Приложение №1: Результаты анкетирования

№ вопроса	Варианты ответов	Количество ответов	% от общей выборки
1. Как называется специалист по разведению пчёл?	Верно (да)	27	90
	Не верно (нет)	3	10
	Не знаю	0	0
2. Кто главный в пчелиной семье?	Верно (да)	25	83
	Не верно (нет)	3	10
	Не знаю	2	7
3. Где живёт пчелиная семья?	Верно (да)	25	93
	Не верно (нет)	2	7
	Не знаю	0	0
4. Влияет ли изменение погоды на поведение пчёл?	Верно (да)	19	63
	Не верно (нет)	2	7
	Не знаю	9	30
5. Какие явления природы препятствуют вылету пчёл из улья?	Верно (да)	16	53
	Не верно (нет)	11	37
	Не знаю	3	10
6. Могут ли пчелы предсказывать погоду?	Верно (да)	18	60
	Не верно (нет)	4	13
	Не знаю	8	27
Итого по всем опрошенным	Верно (да)	22	74
	Не верно (нет)	4	13
	Не знаю	4	13

Таблица 1.

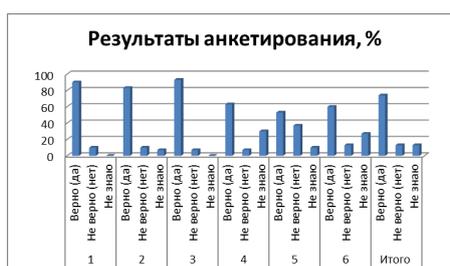


Рис. 1. Результаты анкетирования в процентном соотношении от общей выборки (30 учащихся).

## Приложение №2: Результаты влияния погодных факторов

Число	Лётная активность пчел	Поведение пчел	Результат
1 июля, 26°С, ○	низкая	Число залетающих пчел в 2 раза больше числа вылетающих пчел	Через 8-10 часов ●
4 июля, 25°С, ●	высокая	Число залетающих пчел в 2 раза больше числа вылетающих пчел	Через 8-10 часов ● ☀ ☁
8 июля, 23°С, ○	высокая	Число залетающих пчел равно числу вылетающих пчел	Через 8-10 часов ○
12 июля, 22°С, ●	высокая	Число залетающих пчел равно числу вылетающих пчел	Через 8-10 часов ○
16 июля, 25°С, ○	средняя	Число залетающих пчел равно числу вылетающих пчел	Через 8-10 часов ○
20 июля, 24°С, ●	высокая	Число залетающих пчел равно числу вылетающих пчел	Через 8-10 часов ●
24 июля, 22°С, ○	средняя	Число залетающих пчел равно числу вылетающих пчел	Через 8-10 часов ○
28 июля, 20°С, ● ☀	высокая	Число вылетающих пчел в 2 раза больше числа залетающих пчел	Через 8-10 часов ○
31 июля, 23°С, ○	средняя	Число залетающих пчел равно числу вылетающих пчел	Через 8-10 часов ○

Примечание: расфировка условных обозначений  
○ Ясно ● Малооблачно ● Облачно ● Пасмурно ☁ Гроза ☀ Дождь

Таблица 2. Предсказание погоды по поведению пчёл

## Приложение 3. Результаты влияния освещенности

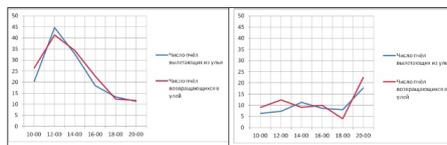


Рис. 2.

Слева. Лётная активность пчел в ясный день. Количество пчел вылетевших/залетевших в улей (шт) в зависимости от времени дня (часы).

Справа. Лётная активность пчел в пасмурный день. Количество пчел вылетевших/залетевших в улей (шт) в зависимости от времени дня (часы).

## Система автоматического полива комнатных растений

Автор:

БАРОНИН Артем Юрьевич, 6Б класс, МБОУ СОШ № 117,  
г. Снежинск Челябинской области

Научный руководитель:

БАРОНИНА Наталья Михайловна, учитель физики  
МБОУ «Гимназия № 127», г. Снежинск Челябинской области

**Актуальность.** Многие люди украшают свои дома и квартиры комнатными растениями. Они круглый год сохраняют зеленую листву и многие красиво цветут, радуя своей красотой хозяев и гостей. Зимой, когда на улице идет снег и вокруг белым-бело, комнатные растения остаются частичкой лета и помогают пережить эти холодные дни.

Хозяйки поддерживают красоту своих растений: поливают их, удобряют. И вот наступает долгожданное лето – пора отпусков. Обычно, уезжая на несколько дней, приходится кого-то просить: родственников, соседей, чтобы поливали цветы. Но что делать, если нет возможности оставить такого помощника?

Рассмотрев предложенные варианты автополива в интернете, был сделан вывод о том, что одни системы хороши, но имеют большую стоимость, при этом работают от электричества, а если мы уезжаем на неделю или две, то, наверное, опасно оставлять такой прибор включенным. А другие не представляют особого интереса, т.к. помогают увлажнять почву лишь на короткое время.

Было принято решение придумать и создать систему автополива, которая работает без электричества и будет доступной для хозяйки с любым бюджетом.

**Цель работы:** создание системы автоматического полива комнатных растений.

**Задачи:**

- 1) Изучить специальную литературу и Интернет-источники по вопросам, связанным с течением жидкости.
- 2) Изготовить систему автоматического полива комнатных растений.
- 3) Протестировать полученную систему автополива.

Чтобы растение не было залито, вода должна выливаться порциями через достаточно большой промежуток времени (3-4 дня). Как известно, все новое – это хорошо забытое старое, поэтому поиски нужного устройства привели к Герону Александрийскому, жившему еще до нашей эры. Сифон, который придумал Герон, и стал частью системы автополива. Когда нижний сосуд с трубкой (рис. 1) наполняется до нужного уровня, вода выливается в цветочный горшок.

Так как сосуд должен наполняться медленно, вода в него должна попадать не струйкой, а каплями. Причем нужно учитывать, что в открытом сосуде вода испаряется, а при уменьшении уровня воды в верхнем сосуде (рис. 1) уменьшается давление на дно, поэтому капать будет медленнее. Все эти явления были обнаружены и изучены на простейших опытах.

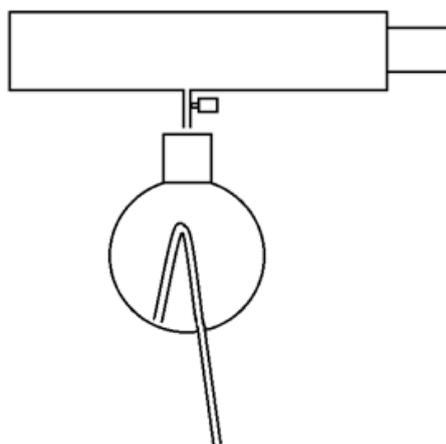


Рис. 1. Схема системы автополива

**Итоги.** При выполнении данной работы получены новые знания в области гидростатики и гидродинамики, появилась возможность разобраться в некоторых технических вопросах, познакомиться с методами конструирования. А также на конкретном примере было установлено, что старинные идеи могут реализоваться в новых технологических условиях.

Полученная система автополива может использоваться не только как устройство-помощник в домашних условиях, но и на уроках окружающего мира в начальной школе и физики в 7 классе как физический прибор для демонстрации существования атмосферного давления.



Рис. 2. Система автоматического полива комнатных растений

#### Источники информации:

- 1) Демонстрационные опыты по физике в 6 – 7 классах средней школы. Под ред. *А.А. Покровского*. – М.: Просвещение, 1974.
- 2) *Перельман Я.И.* Занимательная физика: В 2-х кн. / Под ред. *А.В. Митрофанова*. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1986.
- 3) Физика. 7 кл.: учебник / *А.В. Перышкин*. – М.: Дрофа, 2016.
- 4) <http://www.rgo-sib.ru/news/53.htm>
- 5) <http://physiclib.ru/books/item/f00/s00/z0000053/st021.shtml>

## Повышение энергоэффективности сельскохозяйственных предприятий в условиях Республики Марий Эл

Автор:

БЕЛОБОРОДОВ М., ГБОУ РМЭ «Многопрофильный лицей-интернат»

Научный руководитель:

ГАРИПОВ Ильсур Халилович, доцент кафедры электро-снабжения и технической диагностики ФГБОУ ВО «МарГУ»

**Целью проекта** служит изучение и разработка системы “коровник-теплица”, с использованием современных энергосберегающих технологии и оборудования в условиях республики Марий-Эл.

**Объектом исследования:** УДК 631.1

**Предмет исследования:** энергоэффективность системы “коровник-теплица”.

**Методы исследования:**

- теоретический
- сравнительный
- экспериментальный
- математический

**Задачи:**

- 1) Провести теоретический анализ литературы и других источников.
- 2) Разработать проект системы «коровник-теплица».
- 3) Оценить энергоэффективность проектируемого объекта с использованием возобновляемых источников энергии.
- 4) Оценить количество вредных выбросов сельскохозяйственного предприятия при использовании переработки отходов.

**Идея** системы “коровник-теплица” такова: создать производство, в котором будут находиться в симбиозе коровник на 100 голов и таких же размеров теплица. При процессе жизнедеятельности, коровы перерабатывают кислород в воздухе в углекислый газ. Этот воздух будет циркулировать через стены и в теплице, при помощи фотосинтеза растений насыщаться кислородом. Взамен, растения получают приемлемую температуру. Так же, продуктом жизнедеятельности животных являются фекалии. В нашей системе предусмотрен аппарат, который перерабатывает фекалии в биогаз, твердые и жидкие биоудобрения.

Биогазовая станция перерабатывает органические отходы и производит биогаз и биомассу. Под биогазом подразумевается смесь углекислого газа с метаном с небольшими вкраплениями азота, сероводорода, аммиака.

Биогаз является топливом для установки Capstone C30.

Потребление газа микротурбинной установкой при номинальной мощности Capstone C30 – 12 куб. м/ч при выработке 30 кВт электрической и 85 кВт тепловой энергии. Мощность выработки энергии и потребления газа регулируется в широких пределах. Для обеспечения надежности устанавливается две установки Capstone C30, для обеспечения биогазом, которых необходима переработка навоза 100 голов КРС, наличие дополнительных отходов в хозяйстве и отходы с теплицы.

Нами также были получены расчеты по ежедневной переработки фекалий в биогаз.

Из-за переработки биогаза у нас имеется ежедневно 30кВт электрической и 85кВт тепловой энергии. Электричество в нашей системе нужно для поддержания работоспособности следующих элементов:

- 1) Освещения коровника и теплицы
- 2) Автоматизации уборки и транспортировки навоза
- 3) Для работы биогазовой установки



4) Системы раздачи пищи.

Для освещения теплицы потребуется естественное освещение с досветкой светодиодными полно-спектральными фитосветильниками. Для освещения коровника в светлое время суток используется естественное освещение, через окна и солнечные колодцы, установленные на крыше здания, что дает значительную экономию электроэнергии на освещение.

Для наглядности нашей идеи мы создали макет системы и ближайшей территории в формате 1:100.

**Актуальность** данного проекта обусловлена применением в сельском хозяйстве инновационных систем, в частности применением энергосберегающих комплексов в производстве, которые способствуют снижению вредных выбросов в природу наряду со снижением себестоимости продуктов сельского хозяйства.

Наши исследования позволили получить следующие **выводы**:

- 1) Изучена литература по данной тематике.
- 2) Разработан проект, использующий взаимосвязи в сельскохозяйственном производстве, для снижения себестоимости выпускаемой продукции.
- 3) Повышена энергоэффективность проектируемого объекта с использованием возобновляемых источников энергии.
- 4) Снижены вредные выбросы сельскохозяйственного предприятия путем переработки отходов.

Данные исследования могут быть применены в сельскохозяйственном производстве и соответствующих отраслях.

## Замкнутая экосистема-источник электрической энергии

Автор:

БОГАТЫРЕВА Дали Александровна, ученица 7 класса  
МБОУ СОШ №100 г. Краснодар

Научный руководитель:

КАМКИН Д.М., педагог дополнительного образования МУ  
ДО «Малая Академия» г. Краснодара

Проект посвящен созданию альтернативного источника электричества на основе растений.

**Цель:** разработка прототипа замкнутой экосистемы, генерирующей электричество. Объектом исследования выступает замкнутая саморегулирующаяся экосистема, на основе лесных растений. Предмет исследования - стойкость замкнутой системы, которая самостоятельно, без участия человека, генерирует электрическую энергию.

Для проведения нашего исследования были поставлены следующие задачи:

- 1) Систематизировать опыт создания экосистем другими исследователями.
- 2) Обобщить исследования выработки электричества растениями.
- 3) Провести практический опыт по созданию системы и извлечению электрического тока
- 4) Провести наблюдение за ходом эксперимента (стабильностью системы)

В работе использовались экспериментальный и описательный методы.

Обычно, вырабатываемая растениями энергия, растрачивается впустую. Способ её получения я представлю в замкнутой экосистеме, где провода крепятся на графите и цинковой пластине внутри экосистемы, в которой происходит активный процесс фотосинтеза. Чем активнее будет химический процесс в моей замкнутой экосистеме, тем больше электричества будут отдавать растения. Сбор электроэнергии происходит без какого-либо вреда для растений. Сам процесс экологически чистый и совершенно не затратный.

Работа по созданию замкнутой экосистемы была начата в 2016 году. Наблюдение за ее развитием продолжается по настоящее время. За время наблюдения мы подтвердили нашу гипотезу о том, что при создании определенных условий наша система может существовать вечно. Разработали и систематизировали основные правила ухода за системой. На следующих этапах работы наши исследования были направлены на извлечение тока из нашей замкнутой экосистемы.

В результате были разработаны прототипы, которые могут функционировать в городской среде, а так же определено, что использование данной технологии может стать альтернативным источником электричества.

**Ключевые слова:** электричество, замкнутая экосистема, электричество из растений, альтернативные источники энергии, фотосинтез, система жизнеобеспечения.

## Зависимость содержания бета-каротина от фазы вегетации растений

<b>Автор:</b>	ВАСИЛЬЕВА Виктория Юрьевна, ученица 11 класса МБОУ «Лицей №2» г. Чебоксары
<b>Научный руководитель:</b>	ТИХОНОВА Лариса Александровна, учитель биологии и экологии МБОУ «Лицей №2» г. Чебоксары
<b>Научный консультант:</b>	ХИЛОВА Елена Александровна, зав. лабораторией ЧКИ РУК

**Цель работы:** оценка содержания бета-каротина в образцах растительного сырья, характеризующихся различными фазами вегетации.

### Задачи:

- 1) Выяснить строение, структуру и свойства бета-каротина, а также его роль, оказываемую на растение.
- 2) Исследовать содержание бета-каротина в различных образцах растительного сырья, отличающихся фазами вегетации, и понять, какая фаза вегетации растений является наилучшей.

**Ход работы.** Для проведения данного исследования были использованы экспериментальный (экстрагирование и фотоколориметрия), статистический и сравнительный методы.

Путем метода экстрагирования получаем вытяжку из растений урожая 2020 года (костер, эспарцет, овес, люцерна, кукуруза, рожь озимая, горох, рапс яровой, клевер красивой, суданская трава, донник, горох полевой (пелюшка), тимофеевка, вика мохнатая, соя, сорго, просо), содержащую определенное количество пигмента. Скашивание данных растений производили в следующие фазы вегетации: злаковые культуры – выход в трубку, начало колошения, начало созревания и цветения семян; бобовые культуры – начало бутонизации, полная бутонизация, начало цветения, полное цветение и созревание семян. Горох, пелюшку и вику брали на анализ в начале цветения, при образовании 2-4 нижних ярусов бобиков и при созревании семян. Кукурузу исследовали в начале образования початков, при молочной и восковой спелости початков. Содержание каротина в яровом рапсе определяли в начале цветения, а также при полном цветении растений.

Затем проводилось колориметрирование на спектрофотометре для определения оптической плотности исследуемого раствора, необходимого для вычисления массовой доли пигмента математическим методом.

**Время исследования** – август – декабрь 2020 г

**Место исследования** – Центр лабораторных исследований Российского университета кооперации.

Содержание каротиноидов в пересчете на бета-каротин ( $X_{\text{кар}}$ , мкг%) вычислить по формуле:

$$X_{\text{кар}} = \frac{D \cdot 0,0208 \cdot V \cdot 100}{D_0 \cdot m}$$

Полученные результаты по злаковым растениям и потери каротина в процентах в фазу созревания семян занесены в таблицу №1 и диаграмму №1. Полученные результаты по бобовым культурам и потери каротина у данных культур в фазу созревания семян занесены в таблицу №2 и диаграмму №2. Анализируя содержание каротина в следующих зернобобовых культурах, как пелюшка, горох, соя, вика, можно прийти к выводу, что содержание каротина было наибольшим в фазу образования 2-4 нижних ярусов бобиков.

В траве кукурузы, а также в яровом рапсе содержание каротина изменялось незначительно в разные фазы вегетации.

**Актуальностью исследования** служил тот факт, что количество каротина резко меняется в зависимости от фазы вегетации растений, и этот фактор необходимо учитывать при использовании в рационах продуктов, содержащих бета-каротин, а также при заготовке травяной муки, сена, силоса и сенажа.

**Новизна работы:** в настоящее время существует мало исследований по содержанию бета-каротина в растительном сырье. Рассматриваются, в основном, факторы окружающей среды, оказывающие влияние на уровень различных минералов и витаминов, содержащихся в растении. Но при этом не учитывается влияние времени сбора на содержание бета-каротина в растении.

**Практическая значимость:** результаты данного исследования могут быть использованы как дополнительные материалы на уроках биологии, экологии, в высших учебных заведениях, а также в сельском хозяйстве для получения наибольшей пользы от содержания бета-каротина в растительном сырье.

### Выводы.

- 1) Содержание бета-каротина (провитамина А) в растительном сырье очень различно. Количественное содержание бета-каротина оказывает значительное влияние на живые организмы. Роль провитамина А у живых организмов очень велика: осуществление различных процессов жизнедеятельности, а также замедление возникновения и развития злокачественных новообразований, образовавшихся вследствие воздействия химических агентов.
- 2) При кормлении животных лучше всего использовать растительное сырье злаковых культур (сено, сенаж, силос и травяную муку), которое было отобрано в начале колошения, поскольку именно в эту фазу содержание бета-каротина является наиболее высоким. В бобовых культурах уровень каротина является наиболее высоким в фазу полной бутонизации растений. Зернобобовые культуры (пелюшка, горох, вика) отличаются наибольшим содержанием каротина в фазу образования 2-4 нижних ярусов бобиков.
- 3) В траве кукурузы, а также в яровом рапсе изменения содержания каротина не являются значительно отклоняющимися.

### Источники информации:

- 1) *Канюков, В.Н.* К 19 Витамины: учебное пособие / *В.Н. Канюков, А.Д. Стрекаловская, Т.А. Санеева*; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012 – 108 с.
- 2) *Поздняков С.П.* Успехи современной биологии. / *С.П. Поздняков* - 1985, -выпуск 2 (5) – 100 с.
- 3) *Потапов В.М.* Органическая химия. / *В.М. Потапов*, 4-е изд., перераб. и доп - Москва: - Просвещение, 1988 - 448 с.
- 4) *Савинов Б.Г.* Каротин (провитамин А) и получение его препаратов. - Киев: Издательство Академии Наук Украинской ССР, 1998 -16 с.
- 5) *Душейко А.А.* Витамин А. / *А.А. Душейко* - Киев: Наукова Думка, 2005 – 125-128 с.
- 6) *Шадрин Н.В.* Зависимость содержания каротина от фазы вегетации растений. / *Н.В. Шадрин* -Вестник Алтайского государственного аграрного университета №1, 2013 -147-148 с.
- 7) *Конь И.Я.* Биохимические механизмы действия витамина А. / *И.Я. Конь*: Автореф. дис. док. мед. наук. - Москва, Ин-т питания АМН СССР, 1997 – 216 с.
- 8) *Плецитый К.Д., Лидак М.Ю.* Витамин А и синтетические ретиноиды в иммунологии и онкологии. / *К.Д. Плечитый, М.Ю. Лидак* - Рига: Зинатне, 1994 – 127 с.

### Приложения.

Растение	Выход в трубку	Начало колошения	Начало цветения	Созревание семян
Костер	4,2	4,45	4,0	2,13
Рожь	3,54	3,7	2,32	1,34
Суданка	3,98	4,48	3,61	2,22
Тимофеевка	3,6	3,85	2,97	1,92
Сорго	4,82	5,04	4,0	1,9
Просо	4,08	4,63	3,33	1,9
Овес	3,91	4,04	3,79	1,60

Таблица 1. Среднее содержание каротина в злаковых растениях по фазам вегетации (мг в 100 г корма)





Диаграмма 1. Потери каротина в фазе созревания у злаковых культур.

Растение	Начало бутонизации	Полная бутонизация	Начало цветения	Полное цветение	Созревание семян
Люцерна	6,69	7,45	6,01	5,37	3,64
Эспарцет	5,99	6,07	5,35	4,46	3,02
Клевер	5,66	5,91	5,75	5,1	3,20
Донник	4,85	5,28	4,27	3,37	1,87

Таблица 2. Среднее содержание каротина в бобовых растениях по фазам вегетации (мг в 100 г корма)

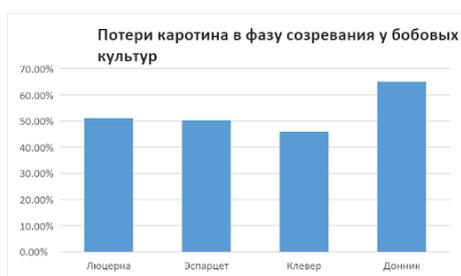


Диаграмма 2. Потери каротина в фазе созревания у бобовых культур.

## Разработка методики сокращения сроков полового созревания рыб осетровых пород

Авторы:

ДЖАНДЖУГАЗЯН Кирилл, ВОЛАНТЫРЕВ Роман,  
обучающиеся ДТ"Кванториум"г. Ростова-на-Дону

Научный руководитель:

САНАДЗЕ Елена Николаевна, педагог-наставник  
ДТ"Кванториум"г. Ростова-на-Дону

**Цель:** разработка методики сокращения сроков полового созревания стерляди.

**Задачи:** Создание СЖО (система жизнеобеспечения) УЗВ (установка замкнутого водоснабжения) для содержания стерляди при повышенных температурах (28-30 градусов). Расчет дозировок гипофиза, кратность его введения для микродробных гормоноальных инъекций.

**Актуальность:** актуальность работы заключается в том, что в природе период полового созревания стерляди равен 7 годам, с помощью нашей методки возможно сократить этот срок до 18-20 месяцев, что позволит получать производителей, половые продукты и пищевую икру в кратчайшие сроки.

**Методы:**

- 1) гормональная стимуляция;
- 2) подсчет градусодней для пойкилотермных животных;
- 3) контроль за гидрохимическими показателями в УЗВ;
- 4) взвешивание и измерение гидробионтов;
- 5) исследования УЗИ.

**Материалы:** 2 группы рыб семейства осетровых, стерлядь (контрольная - 10 экземпляров, опытная - 10 экземпляров).

**Результаты:**

- 1) При данной системе жизнеобеспечения (СЖО) УЗВ достигнуто 100% кислорода в воде, необходимое для содержания стерляди при повышенной температуре (28-30 градусов).
- 2) разработана методика микрогормональной стимуляции сокращения сроков созревания стерляди в УЗВ с 4-5 лет (у самок) до 2 лет.

**Выводы:** данная работа позволит добиться более коротких сроков полового созревания у стерляди при содержании в УЗВ, а так же сократит срок получения товарной рыбы (стерляди) в УЗВ в 2 раза, что позволит сделать выращивание рыбы и получение икры менее затратными.

## Система полуавтоматического капельного полива

Автор:

ЗАИЧЕНКО Павел Дмитриевич, МАОУ «СОШ №10» г. Гай Оренбургской области, 10 класс

Научный руководитель:

ПЕНЬШИНА Галина Николаевна, учитель физики высшей квалификационной категории МАОУ «СОШ №10» г. Гай Оренбургской области

**Цель работы:** убедиться в эффективности капельной системы по сравнению с традиционной системой, создать действующую модель системы полуавтоматического капельного полива.

Для достижения указанной цели предполагается решить следующие **задачи**:

- 1) Изучить типы полуавтоматических систем полива.
- 2) Определить принцип действия капельной система полива.
- 3) Собрать действующую модель полуавтоматического капельного полива
- 4) Дать оценочную характеристику капельной системы полива.

**Гипотеза исследования:** система полуавтоматического капельного полива экономит расход воды на 50%.

**Объект исследования:** системы полуавтоматического орошения почвы.

**Предмет исследования:** действующая модель полуавтоматического капельного полива.

**Методы исследования:** описательные (наблюдение, обобщение), эксперимент, анализ полученных данных, математические расчеты.

**Теоретическая значимость:** обоснование необходимости использования систем автоматического капельного полива.

**Прикладная ценность полученных результатов:** экономический расчет эффективности использования систем автоматического капельного полива, созданная собственная модель автоматического капельного орошения.

Капельный полив – это способ орошения, при котором подача воды происходит непосредственно под каждый куст, не поливая при этом лишнее пространство (расстояние между растениями и дорожки между грядками). Полив растений происходит малыми порциями (каплями). Контролируют эти параметры дозаторы-капельницы. Система позволяет значительно сократить расход воды, тем самым экономя деньги и время. Капельный полив даёт и другие преимущества: уменьшение эрозии почвы, меньше сорняков на грядках, ранний урожай.

Для любых растений очень важно регулярно их поливать, от этого зависит урожайность. У большинства садоводов просто нет на это времени, полив в основном происходит по выходным. Чтобы избежать этого используем устройства автоматического включения и выключения подачи воды (таймер автополива), он поможет поливать в отсутствие огородника.

**Принцип работы** модели полуавтоматического капельного полива заключается в следующем: вода подается непосредственно к корневой системе растений на поверхность почвы. Система оснащена шлангами (пластиковыми трубами) с наружными цилиндрическими капельницами, расположенными через равные промежутки. Капельницы вставляются в пластиковые трубы, в которых прокалываются шилом отверстия. Капельный полив осуществляется от водопроводной сети либо бака. Вода движется по магистральным трубам, которые имеют ответвления, и подается к нужному месту полива. Полуавтоматическое устройство запускает и отключает полив самостоятельно. Бак с водой огороднику пополнять нужно своими силами. Важнейшим компонентом системы является контроллер или таймер, не требующие участия человека. Последним задается частота и длительность орошения. Таймером можно задать программу полива, где учитывается давление в системе, задаются циклы полива по дням.



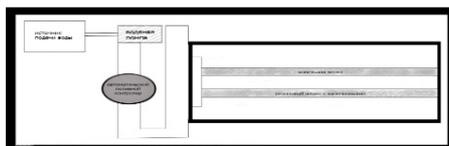


Рис. 1 Схема полуавтоматической модели капельного полива

Размеры (Д*В*Ш), м	1x0,75x0,5
 Автоматический таймер для полива на батарейках для подачи воды GA-321	Питание от 2-х батареек типа ААА, 8 программ частоты и длительности полива, исполняемых одновременно
 Водяная помпа	Оснащена электродвигателем. Необходимо наличие электрической сети с напряжением 220 В.
 Капельная лента, шланг с капельницами	Материал поливинилхлорид (ПВХ), выдерживает давление до 8 атм.
 Пластиковые трубы и соединители, пластиковые углы	Служат для разветвления шланга по разным сторонам, поворотов и соединения
 Запорный кран	Необходим для включения и выключения подачи воды
 Емкость для воды	Бочка или бак

Таблица 1. Технические характеристики модели полуавтоматического капельного полива:



Рис. 2 Фото полуавтоматической модели капельного полива (вид спереди)



Рис. 3 Фото полуавтоматической модели капельного полива (вид сзади)

#### Источники информации:

- 1) Ванеян С.С., Меньших А.М. Режим орошения, способы и техники полива овощных и бахчевых культур в различных зонах РФ.- М.: Издательство ГНУ ВНИИ овощеводства, 2020. – 84 с.

- 2) *Ванеян С.С., Меньших А.М.* Режим орошения, способы и техники полива овощных и бахчевых культур в различных зонах РФ.- М.: Издательство ГНУ ВНИИ овощеводства, 2020.
- 3) *Виленский Б.Р., Бойко В.В.* Растение раскрывает свои тайны. М.: Издательский дом «Владис», 2019. – 285 С.
- 4) *Дижур Д.А.* Зеленая лаборатория. – М.. Дрофа, 2019.
- 5) Капельное орошение овощных культур // Журнал. Приусадебное хозяйство №9 (сентябрь), 2020.
- 6) Курдюмов Н.И. Умный огород в деталях. – М.: Издательский дом «Владис», 2019. – 285 С.
- 7) Хомайко Л. Как сделать капельную систему полива [Ссылка](#)
- 8) <http://prokommunikacii.ru>
- 9) <http://www.art-pen.ru/bolezni-ogurca>
- 10) <https://avtopoliv-magazin-1.ru/a239761-kak-rasschitat-kapelnyj.html>

## Использование технического зрения для скринингового исследования пика светимости бактерий с люциферазной активностью в зависимости от трендов кривых роста температуры

<b>Авторы:</b>	КЛИМЕНКО А.Н., БАБАЕВ М.С., Школа 1547, класс 10В, Москва, МАОУ школа номер 1, класс 10, Долгопрудный
<b>Научный руководитель:</b>	БАЖЕНОВ Сергей Владимирович, к.б.н., н.с.
<b>Научный консультант:</b>	ФОМИН В.В., аспирант лаборатории молекулярной генетики Центра изучения молекулярных механизмов старения и возрастных заболеваний МФТИ

**Цель работы:** – Разработать алгоритм технического зрения для детектирования изменения люциферазной активности бактерий под действием различных температурных режимов.

### Задачи:

- определить условия, при которых происходит активация люциферазной активности у бактерий в условиях *in vitro*.
- разработать систему автоматической регистрации светимости и условий культивирования бактерий.
- воспроизвести эксперимент по детектированию люциферазной активности в колониях клеток *Escherichia coli* MC1061, трансформированных рекомбинантными плазмидами pXen7, pXenP, pOxyR в ручном режиме по стандартной методике и с использованием нашей установки.
- произвести расчет пиков люциферазной активности биосенсоров с использованием разработанной установки и алгоритмов технического зрения.

### Актуальность и практическая значимость работы работы:

С развитием биотехнологий и генной инженерии все большую популярность приобретают различные биосенсоры, которые позволяют детектировать различные вещества или состояния с использованием биологически активных молекул, частей клеток или сами клетки целиком. Одними из наиболее перспективных биосенсоров являются lux-биосенсоры, содержащие lux-гены, обеспечивающие люминесценцию (свечение) клеток под действием индукторов, в качестве которых могут выступать оксидативный стресс, температура и прочие, что позволяет использовать их как тест-системы для обнаружения или контроля за содержанием определенных токсических веществ, являющихся также индукторами люминесценции, в различной среде. Более технологичным представляется использование lux биосенсоров, представляющих генно-инженерные модификации стандартных микроорганизмов, например, клеток *E. coli*. При создании рекомбинантных биосенсоров необходимо определять успешность включения гибридной плазмиды в бактериальную клетку (проведенных генетических трансформаций), а также активацию люциферазы под действием индуктора. В случае использования плазмид, содержащих lux-гены, часть колоний, где трансформация прошла успешно, будут светиться в темном поле, они и будут являться цельноклеточными биосенсорами.

В нашем проекте мы разработали систему, позволяющую проводить скрининг люциферазной активности бактериальных колоний. Для этого нами была собрана установка, поддерживающая заданную температуру и позволяющая проводить измерение роста и светимости бактериальных колоний. Сама установка представляла камеру, для размещения нескольких чашек петри с рассеянными бактериальными колониями. Для поддержания заданных условий использовались датчики температуры и освещенности с обратной связью, которая реализовывалась с помощью интернета вещей. Детектирование результатов, роста и светимости колоний бактерий в заданных условиях производилось с использованием технического зрения. Для этого использовался цифровой USB микроскоп, который с частотой 1 раз в 2 часа проводил фотофиксацию колоний. Для исключения искажения результатов и более точной фиксации люминесценции использовался непрозрачный, теплоизолирующий кожух. Для фотофиксации общего числа колоний включалась подсветка внутри кожуха.

### Итоги исследования:

Мы провели детектирование люциферазной активности в колониях клеток *Escherichia coli* MC1061, трансформированных рекомбинантными плазмидами pXen7, pXenP, pOxyR и выращенных на агарозной среде при условиях возрастающей температуры, опираясь на методику и исследование Фомина В.В. и Баженова С.В.. Результаты, полученные при подсчете относительной люциферазной активности с использованием алгоритмов технического зрения показали, что клетки *Escherichia coli* MC1061, трансформированные рекомбинантными плазмидами pXen7, pXenP увеличивали светимость при повышении температуры и достигли максимума светимости при повышении температуры в области 37 градусов по Цельсию. Данные полученные нами подтвердили данные полученные ранее в эксперименте Фомина В.В. и Баженова С.В., что позволяет говорить о хорошей воспроизводимости и чувствительности разработанной нами системы.

### Источники информации:

- 1) И. И. Горянин, В.Ю. Котова, Е. Д. Краснопева, П. А. Чубуков, В. П. Балабанов, С. Ф. Чалкин, Т. Я. Шатров, Г. Б. Завильгельский, И. В. Манухов. Определение генотоксического действия 1,1-диметилгидразина алкилирующими соединениями, возникающими при его окислении, и перекисью водорода. ТРУДЫ МФТИ. — 2013. — Том 5, № 1.
- 2) Завильгельский Г. Б., Котова В. Ю., Манухов И. В., Кондратьев А.Д., Самброс В.В., Шатров Я.Т., Чалкин С.Ф. Комплекс lux-биосенсоров на основе бактерий *Escherichia coli*, используемый в качестве индикатора при биотестировании НДМГ. Патент РФ №RU(11) 2 297 450(13) С2.
- 3) Патент США №5683868, C12Q1/68.
- 4) Axelroda T., Eltzov E., Marks R.S. Bioluminescent bioreporter pad biosensor for monitoring water toxicity // *Talanta*. 2016. V. 149. P. 290–297. doi: 10.1016/j.talanta.2015.11.067.
- 5) Erzinger G.S., Schmoeller F., Pinto L.H., Américo L., Hemmersbach R., Hauslage J., Häder D-P. 12-Bioluminescence systems in environmental biosensors // *Bioassays Advanced Methods and Applications*. 2018. P. 241–262. doi: 10.1016/B978-0-12-811861-0.00012-7
- 6) Ismailov A D., Aleskerova L.E. Photobiosensors containing luminescent bacteria review // *Biochemistry (Moscow)*. 2015. V. 80. No. 6. P. 733–744. doi: 10.1134/S0006297915060085.
- 7) Kokkali V., Delft W. Overview of commercially available bioassays for assessing chemical toxicity in aqueous samples // *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2014. V. 61. P. 133–155. doi: 10.1016/j.trac.2014.08.001.
- 8) Mohseni M., Abbaszadeh J., Maghool Sh., Chaichi M. Heavy metals detection using biosensor cells of a novel marine luminescent bacterium *Vibrio* sp. MM1 isolated from the Caspian Sea // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. V. 149. P. 555–560. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.11.002.
- 9) Roeder A.H.K. et al. A computational image analysis glossary for biologists // *Development*. 2012. Vol. 139, № 17. P. 3071–3080.
- 10) Vo G.D. et al. Robust regression for image binarization under heavy noise and nonuniform background // *Pattern Recognition*. 2018. Vol. 81. P. 224–239.

### Приложение:

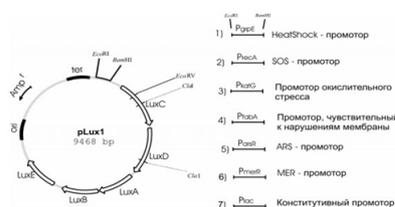


Рис. 1. Схема гибридной плазмиды с некоторыми индуцируемыми промоторами, используемыми для создания lux-биосенсоров. Для получения биосенсорной плазмиды фрагмент ДНК, содержащий индуцируемый промотор вставляется в гибридную плазмиду pLux1 по сайтам рестрикции EcoRI и BamHI

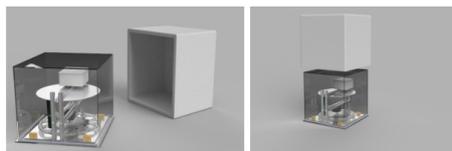


Рис. 2. Схема внешнего вида установки с техническими элементами, защитным прозрачным колпаком и непрозрачным свето- и теплоизолирующим кожухом.

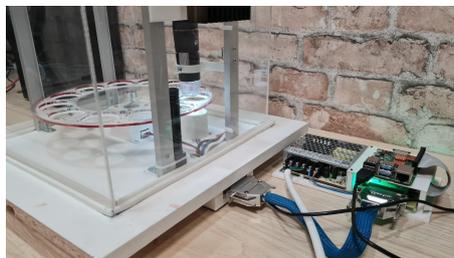


Рис. 3. Фото общего вида установки для скринингового наблюдения за ростом и светимостью бактериальных колоний. В левой части фотографии представлена часть для размещения чашек петри, микроскопа, датчиков и элементов Пельтье, справа управляющий компьютер.

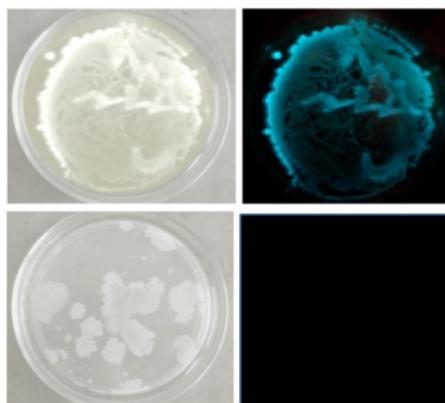


Рис. 4. Варианты бактериальных колоний обладающих различной люциферазной активностью. Верхний ряд, колония с активной люминесценцией, нижний ряд колония с неактивной люциферазной активностью.

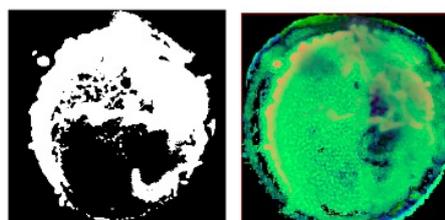


Рис. 5. Обработка изображений. Слева этап перевода изображения в ч/б цветовую схему для подсчёта площади, Справа - перевод изображения в HSV для подсчёта интенсивности

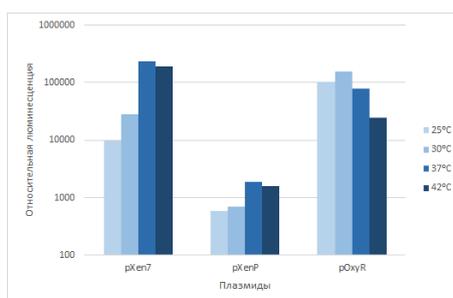


Рис. 6. Люминесценция клеток Escherichia coli MC1061, трансформированных рекомбинантными плазмидами pXen7, pXenP, pOxyR и выращенных на агарозной среде при различных температурах, гистограмма, полученная при детекции с использованием установки и технического зрения.

## Влияние электромагнитного излучения на биологическую активность почвы.

Автор:

КУКАРКИНА Мария Денисовна, МАОУ Самарский медико-технический лицей

Научный руководитель:

ГОРДОН Дмитрий Вячеславович, учитель биологии Высшей категории, Действительный член АМТН РФ. МАОУ Самарский медико-технический лицей

### Цели проекта:

- 1) Изучить влияние электромагнитного излучения разной продолжительности на биологическую активность почвы.
- 2) Составить таблицу зависимости активности жизнедеятельности живых организмов (ростков горчицы) от уровня электромагнитного излучения.

### Задачи проекта:

- 1) Поиск и изучение информации по данной теме;
- 2) подбор методик исследования;
- 3) анализ полученной информации;
- 4) составление таблицы влияния электромагнитного излучения на биологическую активность почвы.

### Основной текст тезисов:

Для исследования влияния ЭМИ на активность почвы были взяты образцы субстрата на территории набережной Красной глинки. Вес каждого образца составлял 250 грамм. Данные образцы были помещены на территорию Филиала федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийская государственная телевизионная и радиовещательная компания» «Государственная телевизионная и радиовещательная компания «Самара» (ГТРК «Самара») в разное время. Был проведен замер длины ростков с промежутком в 2 дня начиная от первого дня после посева семян.

Первый образец находился на территории новостной телебашни, в течение месяца, начиная с первого июня, второй в течение 4 дней параллельно с первым, а третий не был облучен и был взят в качестве контрольного образца. Оба облученных образца были изъяты в один день и в них были помещены семена горчицы в количестве 60 штук.

Семена были помещены в почву на глубину 0,6-0,7 см, а перед посадкой были высыпаны на почву.

В ходе эксперимента было выяснено, что самый активный рост наблюдался в образце, который подвергся относительно небольшому количеству электромагнитного облучения. А наихудшие показатели наблюдались у проростков, семена которых находились в почве, облучаемой в течение месяца.

Это дает возможность предположить, что небольшое количество электромагнитного излучения стимулирует активность почвы за счет действия на организмы и ферменты (каталазу и уреазу), находящиеся в почве. Однако долгосрочное интенсивное облучение снижает активность почвы за счет губительного характера действия на биологические структуры организмов и веществ в почве.

**Актуальность работы:** в настоящее время проблема влияния электромагнитного загрязнения на биологическую активность почвы весьма актуальна, так как ежегодно увеличивается количество источников ЭМИ с разной частотой волны. Ионизирующее излучение, являющееся одной из характеристик, пагубно сказывается на биологические компоненты почвы, приводя к ухудшению ее биологических и, как следствие, химических характеристик.

**Итоги исследования:** на примере ростков горчицы было выявлено, что длительное постоянное электромагнитное излучение негативно влияет на биологическую активность, а непродолжительное же наоборот ее стимулирует. ЭМИ может вызывать мутации, которые негативно сказываются



на активности компонентов почвы и, как следствие, на ее активность. Ростки горчицы в образце, облучаемом в течение непродолжительного периода (4дня), показали наилучшие результаты всхожести по сравнению с контрольным, а в образце, облучаемом дольше всего (1 месяц) показатели всхожести и качества ростков были наихудшими.

#### Источники информации:

- 1) *Бинги В.Н., Савин А.В.*, Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы, издательство PACS, 2003- Том 173, № 3- 267с.
- 2) *Пресман А.С.*, Электромагнитные поля и живая природа, издательство «Наука», Москва, 1968- 8, 81с.
- 3) *Пресман А.С.*, Электромагнитные поля и живая природа, издательство «Наука», Москва, 1968- 139с.
- 4) *Сподобаев Ю.М., Кубанов В. П.* , Основы электромагнитной экологии – издательство «Радио и Связь», Москва ,2000- 10с.
- 5) *Яргаева В.А., Сеничева Л.В.*, Министерство образования Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Хабаровский государственный технический университет», Учебное пособия для студентов специальностей, Дисперсные системы, Хабаровск - Издательство ХГТУ, 2003.
- 6) Воздействие магнитного излучения на микроорганизмы, [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#), (дата обращения 11.01.2021).
- 7) *Холодов Ю.А.*, Мозг в электромагнитных полях, [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#), (дата обращения 11.01.2021)- 3с.
- 8) Электрические свойства почвы, [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#) (дата обращения 11.01.2021).

## Исследование реакции эмбриогенеза кур *Gallus gallus* на воздействия гипогеомагнитного поля

**Автор:**

КУЛАГИНА Таисия Юрьевна, ГБОУ «Курчатовская школа», 11 класс

**Научный руководитель:**

ЛОМАЕВ Гелий Васильевич, д.т.н., профессор кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» ИЖГТУ им. М.Т. Калашникова

**Научный руководитель:**

ФЕКЛИСОВА Ольга Витальевна, учитель химии

Одним из природных факторов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма в среде обитания, является геомагнитное поле (ГМП) Земли. В свое время отечественный биофизик Александр Чижевский на основе многочисленных статистических данных указывал на серьезность воздействия геомагнитных бурь на состояние здоровья человека. В современном мире пониженное магнитное поле распространено повсеместно в домах, построенных по каркасно-монолитным технологиям, метро и т.д., поэтому изучение влияния данного фактора на состояние организмов является одним из приоритетных. В нашей работе изучалось влияние ГМП на развитие кровеносной системы и эмбриогенеза кур. Стоит отметить, что данные, полученные при исследовании влияния ГМП на развитие кровеносной системы можно предположительно сопоставить с развитием кровеносной системы человека, что позволит говорить о воздействии ГМП на ранних стадиях онтогенеза млекопитающих.

**Практическая значимость работы:** исследования по изучению влияния ГМП на развитие эмбрионов необходимы для разработки мер по адаптации организма к гипогеомагнитным условиям, нормирования среды жизнедеятельности человека, а также снижения экологического риска.

**Цель:** изучить влияние ГМП на эмбриогенез кур *Gallus gallus* кросса «Ломан Браун Классик» в условиях лабораторного инкубатора.

**Задачи:**

- 1) Узнать процессы нормального развития эмбрионов кур *Gallus gallus*.
- 2) Изучить влияние ослабленного в 4 раза геомагнитного поля на развитие кровеносной системы, провести гематологический анализ крови эмбрионов кур *Gallus gallus* кросса «Ломан Браун Классик».
- 3) Сравнить уровень развития эмбрионов кур *Gallus gallus* кросса «Ломан Браун Классик», помещенных в искусственно созданное гипогеомагнитное поле, с контрольной группой.
- 4) Оценить качество суточного молодняка исследуемых кур по некоторым экстерьерным, этологическим и количественным показателям.

**Гипотеза:** предполагаем, что развитие эмбрионов кур, помещенных в ослабленное в 4 раза ГМП, приведет к видимым патологическим изменениям.

**Объект исследования:** процесс развития эмбрионов кур *Gallus gallus* кросса «Ломан Браун Классик».

**Предмет исследования:** влияние гипогеомагнитного поля на развитие эмбрионов кур *Gallus gallus* кросса «Ломан Браун Классик».

**Методы исследования:** анализ: гематологический анализ образцов крови опытной и контрольной групп проводился на 18 сутки инкубации, сравнение проводилось по таким показателям как количество лейкоцитов, гранулоцитов, тромбоцитов, эритроцитов и гемоглобина (Ломаев Г.В., Емельянова М.С., Кочарян Я.Ю. Эмбриогенез *G.Gallus* в гипогеомагнитном поле).

Для проведения исследования по влиянию геомагнитного поля, пониженного в 4 раза, на развитие кровеносной системы в мини инкубатор заложили 7 яиц, эксперимент продолжался 4 дня, т. к. за



это время развивается кровеносная система. Обработку биологического материала проводили по следующей схеме: разбивали яйцо так, чтобы желток оставался целостным. Содержимое выливали в чашечку Петри, проводили визуальный осмотр содержимого и сравнивали с нормативными показателями развития кровеносной системы (Труханов К.А. Эмбриогенез японского перепела..., 2014).

При изучении влияния ослабленного в 4 раза магнитного поля на развитие эмбрионов использовали ту же методику: разбивали яйцо так, чтобы желток оставался целостным. Содержимое выливали в чашку Петри. Проводили визуальный осмотр содержимого яйца и самого эмбриона. Состояние развития зародыша и оценивали путем сравнения с нормативными показателями по внешним возрастным признакам. Определяли стадию развития эмбриона, отмечали состояние желтка, сравнивали с фотоинформацией стандартного развития цыпленка (Труханов К.А. Эмбриогенез японского перепела..., 2014). Для компенсации поля Земли использовали систему катушек Гельмгольца (КГ). Она представляет собой систему двух одинаковых токовых проводников, расположенных на общей оси. Расстояние между центрами витков должно быть равным радиусу витка, а ток иметь одно и то же направление. С помощью трехкомпонентной системы катушек Гельмгольца можно создать магнитное поле, приближенное к нулю. Размер КГ определялся размерами инкубатора. Модельные опыты проводили на базе кафедры «Приборы и методы измерений, контроля, диагностики» ИжГТУ им. М.Т. Калашникова под руководством Ломаева Г.В. Для чистоты эксперимента взяли чистую линию кур *Gallus gallus* кросса «Ломан Браун Классик».

### Результаты:

- 1) Кровеносная система эмбрионов кур развивается за 4 дня инкубации: через 30 ч развития сердце начинает пульсировать; кровеносные сосуды желточного круга хорошо видны; по величине кровеносных сосудов и диаметру желточного круга кровообразования судят об интенсивности роста и развития зародышей.
- 2) Искусственно созданное ГГМП оказало негативное влияние на развитие эмбрионов кур *Gallus gallus* кросса «Ломан Браун Классик»: вызвало серьезные нарушения в формировании сердечно-сосудистой системы (отставание в развитии на 48 часов). Гематологическое исследование показало явное отличие образцов крови контрольной группы от опытной.
- 3) Уровень развития эмбрионов кур *Gallus gallus* кросса «Ломан Браун Классик», помещенных в искусственно созданное гипогеомагнитное поле отстает от контрольной группы на 1-3 суток, так как проклев в опытной группе начался на 22-24 сутки. Процент вылупляемости составил в опытной группе составил 57 %, в контрольной группе - 96%.
- 4) Морфологическое и этологическое исследование внешнего вида цыплят опытной группы показало явное отличие в оперении от контрольной группы, в патологическом изменении коленного сустава (воспаление) и запоздалое формирование первичного инстинкта – клевания.

### Выводы:

- 1) Воздействие ослабленного магнитного поля отражается на количественных (снижение процента вылупляемости цыплят в 1,7 раз) и качественных (морфологических и этологических) показателях жизнеспособности цыплят.
- 2) Ослабленное в 4 раза магнитное поле угнетает развитие эмбриона, подавляя развитие кровеносной системы (отставание на 48 часов).
- 3) В роли первичных мишеней гипогеомагнитного воздействия выступают лейкоциты, гранулоциты, тромбоциты, эритроциты и гемоглобин. Количественный состав данных клеточных агентов крови существенно меняется.

Наша гипотеза подтвердилась. Результаты эксперимента показали, что ослабленное в 4 раза МП угнетает развитие эмбриона, начиная с самых ранних сроков развития, что отражается как на количественных, так и на качественных показателях жизнеспособности цыпленка. Наши результаты совпали с результатами ученых, опубликованные в работе «Эмбриогенез японского перепела в гипогеомагнитных условиях применительно к дальним космическим полетам».

### Приложение

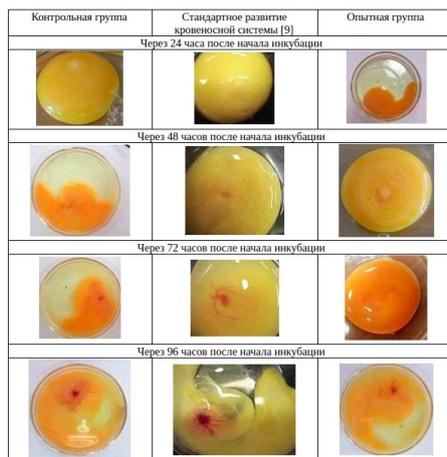


Таблица 1. Сравнительный анализ развития кровеносной системы эмбрионов Gallus gallus кросса «Ломан Браун Классик» контрольной и экспериментальной групп

Расшифровка наименования показателя крови	Показатель крови	Контрольная группа	Опытная группа
Лейкоциты, $10^9/L$	WBC	$66,1 \pm 0,3$	31
Лимфоциты, абс.сод., $10^9/L$	LYM	$62,5 \pm 0,3$	30,9
Смесь моноцитов, базофилов, эозинофилов, абс.сод., $10^9/L$	MID	$1,8 \pm 0,1$	0,1
Гранулоциты, абс.сод., $10^9/L$	GRA	$1,9 \pm 0,1$	0
Лимфоциты, отн.сод., $10^9/L$	LYM, %	$94,5 \pm 0,6$	99,70%
Смесь моноцитов, базофилов, эозинофилов, отн.сод., %	MID, %	$2,7 \pm 0,1$	0,30%
Гранулоциты, отн.сод., %	GRA, %	$2,80 \pm 0,1$	0
Эритроциты, $10^{12}/L$	RBC	$3,26 \pm 0,02$	1,18
Гемоглобин, g/l	HGB	$35 \pm 0,7$	8
Гематокрит, %	HCT	$4,80 \pm 0,05$	3,40%
Объем эритроцитов в $\mu m^3$ , fl	MCV	$184 \pm 0,6$	190,6
Ср. содер. гемоглобина в отд. эритроците в абс.ед., pg	MCH	$134,6 \pm 0,6$	44,4
Ср. концентр. гемоглобина в отд. эритроците, g/l	MCHC	$729 \pm 13,7$	235
Ширина распределения эритроцитов, %	RDW	$12,20 \pm 0,3$	7,50%
Тромбоциты, ср. сод., $10^9/L$	PLT	$158 \pm 4$	28
Тромбоциты, ср. объем, fl	MPV	$5,4 \pm 0,3$	5,4

Таблица 2. Клинический анализ крови эмбрионов на 18 контрольные сутки инкубации

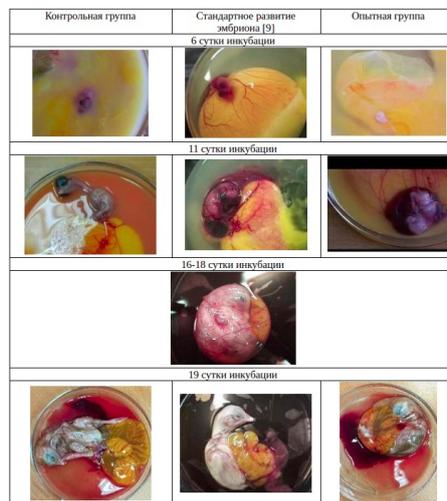


Таблица 3. Сравнительный анализ развития эмбрионов Gallus gallus кросса «Ломан Браун Классик» контрольной и экспериментальной групп

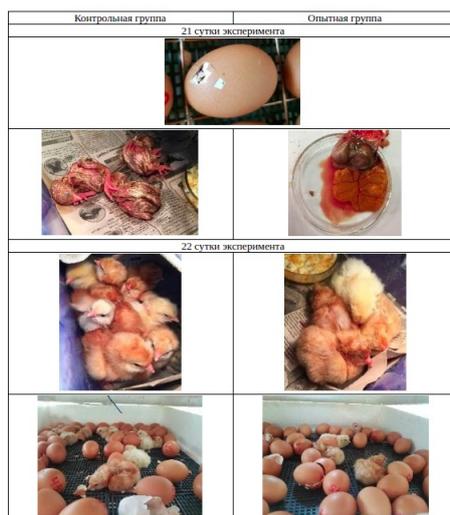


Таблица 4. Сравнительный анализ процесса выдупляемости цыплят Gallus gallus кросса «Ломан Браун Классик» контрольной и экспериментальной групп



Рис 1.

Слева. Цыпленок из контрольной группы

В центре. Цыпленок из контрольной группы (из числа проклюнувшихся)

Рис.3 Воспаленные суставы цыпленка из опытной группы

## Сравнение эффективности выращивания свиней в домашних и производственных условиях в акционерном обществе «Черкизово»

Автор:

ЛУЦКАЯ София Сергеевна, учащаяся 7 Б класса МБОУ Лицей № 4 г. Данкова Липецкой области

Научный руководитель:

НОСОВА Ольга Викторовна, учитель биологии одноимённого лицея

**Целью** данной работы является доказательство гипотезы, что технология выращивания свиней в домашних и промышленных условиях, а так же качество полученного продукта - отличаются.

### Задачи работы:

- 1) Изучить технологию производства свинины в условиях частного подсобного хозяйства и АО ЧМПЗ.
- 2) Сравнить показатели продуктивности при различных способах выращивания.
- 3) Сравнить вкусовые (органолептические) качества мяса, произведённого по двум различным технологиям.
- 4) Резюмировать отличия технологий выращивания и качества мяса.

### Анализ материалов:

При выполнении работы пронаблюдали за 2 группами животных, выращиваемых в частном подсобном хозяйстве и на производственной площадке АО ЧМПЗ.

#### *Домашнее содержание*

В начале мая у бабушки Маши в подсобном хозяйстве появились 2 поросёнка - девочка и мальчик предположительно породы «Ландрас». Поросята были приобретены на рынке. Живой вес составлял 15 кг, возраст 30 дней. Мальчик был назван Рублик, а девочка - Копеечка. Обоих поросят поместили в сарай с постоянной температурой воздуха 22 – 25°С днём и 15 – 18°С ночью, влажностью 75-90 % (видно в таблице 1).

Рацион поросят составлял ячневую вареную кашу, рубленую кормовую свёклу, пищевые отходы со стола (картофельные очистки, луковая кожура, отвар картофеля и макарон, чёрствый хлеб, апельсиновые корки и так далее). Кормление осуществлялась дважды в день - утром и вечером. Воды животные получали вволю. У поросят наблюдался довольно активный привес, который виден в таблице 2.

В возрасте 30 дней оба животных были подвергнуты дегельминтизации. В возрасте 40 дней Рублик был подвергнут хирургической кастрации.

Моцион: животные содержались в сарае, дверь которого с утра до вечера была открыта в совмещённый с сараем загон для выгула. Круглый год животные имели доступ к свободному выгулу.

#### *Промышленное содержание:*

В условиях промышленного производства свинины поросята рождаются в специально приспособленных фермах - репродукторах. В возрасте около 45 дней (в зависимости от физиологического состояния свиноматки и потомства) происходит отъём поросят и перевод их на доращивание. В этом же возрасте производится хирургическая кастрация хрячков. В возрасте 2,5- 3 месяца в зависимости от физиологического состояния поросята направляются на откорм. Окончание откорма происходит в 5,5- 6 месяцев. До этого момента животные достигают живой массы до 130 кг. Процесс привеса показан в таблице в таблице 3.

На всех этапах промышленного выращивания животные имеют неограниченный круглосуточный доступ к еде и воде, идеально сбалансированный для каждого физиологического состояния рацион, идеально подходящие для каждого физиологического состояния параметры микроклимата.



Считаю свою работу актуальной, т.к. в настоящее время свинина является одним из основных мясных продуктов в рационе среднестатистического россиянина. Свиноводство является стратегической отраслью народного хозяйства, одной из основных отраслей промышленной безопасности страны. Промышленное свиноводство - перспективное направление экспортной промышленной деятельности государства. В настоящее время свинина из России экспортируется в Абхазию, Украину, Гонконг, Венесуэлу, Китай, Вьетнам и ряд стран Африки. Россия является крупнейшим игроком на рынке производства свинины. В России сейчас содержится около 50 млн. свиней единовременного содержания. Для сравнения: США 400 млн., Китай 500 млн. до крупной вспышки африканской чумы.

#### Итоги исследования:

Технология выращивания свиней в домашних условиях существенно отличается от технологии выращивания на промышленной основе. А именно: условия и микроклимат содержания, сбалансированность рациона. Породы животных для откорма в промышленном свиноводстве лучше, чем в домашнем. Различия показателей продуктивности, параметров микроклимата и условий содержания свиней в домашних и промышленных условиях представлены в таблице 4. За счёт вышеперечисленных факторов, в промышленном свиноводстве конверсия корма, рентабельность производства - выше. При этом вкусовые качества мяса при разных типах производства отличаются. По мнению большинства опрошенных, вкусовые качества домашней свинины лучше (результаты опроса показаны в диаграмме в диаграмме 1).

Задачи, поставленные в начале работы, решены. Был поставлен опыт по выращиванию групп свиней в условиях приусадебного хозяйства и на промышленной площадке АО ЧМПЗ, собран и проанализирован материал, найденный на различных интернет – сайтах.

#### Источники информации:

- 1) <https://poferme.com/zhivotnye/svini/soderzhat/v-domashnih-usloviyah.html>
- 2) <https://agrovesti.net>, ГБУ ДПО САМАРА-АРИС, 24.10.2017
- 3) <http://www.comodity.ru/zhivotnovod/porkproduct/6.html>
- 4) <https://meatinfo.ru/info/show?id=98>
- 5) <https://meatinfo.ru/info/show?id=15>

#### Приложение

Дата исследования	Температура в сарае утром, °С	Температура в сарае вечером, °С
01.12.2018	14	9
11.12.2018	13	7
21.12.2018	15	8
31.12.2018	12	6
10.01.2019	13	8
20.01.2019	12	9
30.01.2019	15	10
09.02.2019	13	8
19.02.2019	15	9
01.03.2019	14	11
11.03.2019	12	15
21.03.2019	11	12
31.03.2019	14	14
10.04.2019	16	13
20.04.2019	17	14
30.04.2019	18	15
10.05.2019	16	12
20.05.2019	18	14
30.05.2019	19	15
09.06.2019	23	17
19.06.2019	22	17
29.06.2019	24	18
09.07.2019	25	18

Таблица 1. Таблица микроклимата.

Дата взвешивания	Длина туловища, см		Обхват груди за лопатками, см		Вес, кг	
	Рублик	Копеечка	Рублик	Копеечка	Рублик	Копеечка
08.12.2018	31	30	38	50	10	9
11.12.2018	40	34	38	59	15	10,2
31.12.2018	46	42	61	64	14,1	11,9
10.01.2019	46	43	64	68	16	13
20.01.2019	60	46	65	70	19,3	16,6
30.01.2019	67	50	68	74	23	20,3
09.02.2019	68	54	70	78	26,5	24
19.02.2019	70	58	74	81	31,3	29,9
01.03.2019	74	62	79	84	37	35,3
18.03.2019	75	66	82	88	43	40
31.03.2019	78	70	90	93	50,5	45,6
10.04.2019	78	74	93	98	58,6	51,3
20.04.2019	82	82	99	99	68	57
30.04.2019	87	83	103	103	73	68
10.05.2019	94	83,3	103,5	107	78,2	75,3
20.05.2019	98	86	103,5	108	83	79
30.05.2019	99	90	106	110	90,3	84
09.06.2019	99	94	110	111	95,4	88,7
19.06.2019	102	98	111	112	102	91
29.06.2019	102	98	113	113	103	95,6
09.07.2019	106	99	113	116	110,2	99
29.07.2019	106	102	115	115	115,1	104,5
08.08.2019	107	102	117	113	120	107,6
18.08.2019	108	106	120	114	126,5	110
28.08.2019	110	107	122	114	132,7	113
07.09.2019	114	111	123,5	114	138,8	119,6
17.09.2019	114	113	123	117	142	124,8
27.09.2019	115	112	126	119	149,6	128
07.10.2019	118	114	126	119	153	134
17.10.2019	119	114	130	122	159	138,2
27.10.2019	121	115	130	123	164	142,3
06.11.2019	122	118	130,5	123,5	167	148
16.11.2019	122,5	118	131,5	124	169	150
26.11.2019	125	110	132	126	171	153,0

Таблица 2. Таблица привеса домашних свиней - Рублика и Копеечки.

1	Дата взвешивания	Вес загона, кг	Средний вес 1 головы, кг
2	02.02.2019	500,1	10
3	02.03.2019	1750,61	35,01
4	02.04.2019	3900,5	78,01
5	02.05.2019	4650,2	93
6	02.06.2019	5800,9	116,02
7	16.06.2019	6450,2	129

Таблица 3. Привес промышленных свиней.

Наименование	Домашние	Промышленные
Рост (привес, прирост)	0,1-0,35кг в сутки	до 0,95 кг в сутки
Микроклимат	Приспособленный, несоответствующий	Идеально соответствующий физиологическим потребностям
Порода	Случайный выбор	Специально выведенные генетиками бройлерные кроссы пород свиней
Рацион	Несбалансированный, зависит от финансовых возможностей заводчика	Идеально сбалансированный более чем по 40 показателем, включающий в себя готовые аминокислоты, сырой и переваримый протеин, витамины, макро- и микроэлементы

Таблица 4. Отличия для наглядности представлены в таблице.

Проводился опрос среди учащихся 7 б класса МБОУ Лицей № 4 . Результаты опроса представлены в виде диаграммы.

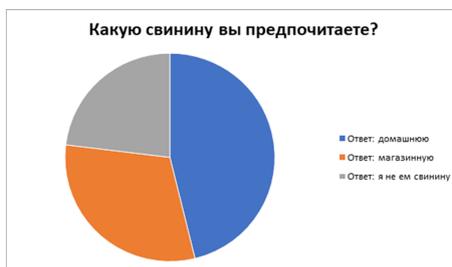


Диаграмма 1.

## Гигиеническая экспертиза меда в домашних условиях

Автор:

МАКАРОВ К.В.

Пчелиный мёд - ценнейший продукт, который дарит нам природа. Он содержит более 300 веществ, 30 микроэлементов, в его состав в небольших количествах входят пыльца, маточное молочко. В природе не существует лучшего средства по оптимальному соотношению микроэлементов и витаминов, необходимых для повышения сопротивляемости организма к действию вредоносных факторов и возбудителей различных заболеваний.

Однако получение натурального пчелиного мёда связано со значительными материальными затратами, что делает его привлекательным объектом фальсификации.

К сожалению, сертифицированные методы обнаружения фальсифицированной продукции достаточно сложны и трудоемки, поэтому потребителю приходится ограничиваться простейшими пробами.

**Цель** моей работы – оценка качества образцов меда, купленных в официальных магазинах и у частных производителей методами, доступными каждому в домашних условиях

В **задачи** исследования входило изучить способы определения качества меда в домашних условиях и сравнить качество меда промышленного производства и меда, изготовленного частными производителями, данными методами.

Объектами исследования послужили 10 образцов меда, из которых 4 были приобретены у пасечников некоторых районов Нижегородской области (Краснобаковский, Уренский, Сокольский, Лысковский), 1 образец – из Волгоградской области. Средняя стоимость меда за литр составила около 650 руб. Еще 5 образцов были куплены в магазине крупной сети супермаркетов:

- «Алтайская гречиха»
- «Дальневосточный липовый»
- «Тянь-Шанский эспарцет»
- «Мед Башкортостана»
- «Мед Акациевый»

Средняя стоимость меда за литр составила около 1000 тыс.руб

Были проведены следующие пробы: Проверка на тягучесть, Проверка бумагой, проверка йодом, проверка уксусной эссенцией, проверка проволокой, проверка нашатырным спиртом, проверка на запах.

### Результаты исследования:

Проверка на тягучесть показала, что в образцах с частных пасек мед тягучий, при стекании ложится горкой, образуя на поверхности большое количество пузырьков. В магазинных образцах мед также тягучий, при стекании ложится горкой, но на поверхности образуется небольшое число пузырьков.

При проведении пробы с бумагой во всех случаях она оставалась сухой, следовательно, воды не обнаружено.

Также не было обнаружено следов крахмала: при добавлении йода раствор меда не приобретал синий цвет.

При добавлении уксусной эссенции только в одном образце (мед Дальневосточный липовый) отмечалось небольшое шипение.

Проба с нагреванием не обнаружила химических добавок, образцы не воспламенялись.

Добавление нашатырного спирта не изменило окраску образцов, следовательно, не была добавлена крахмальная патока.

Запах образцов частных производителей был сильнее, чем образцов из магазина.

Таким образом, сравнительный анализ образцов меда показал отсутствие серьезных дефектов во всех исследуемых пробах.

Но, несмотря на это, имеются небольшие качественные различия между продуктами промышленного производства и изготовленными частными лицами в пользу последних (немного отличаются характером тягучести и количеством пузырьков, а также запах меда индивидуальных предпринимателей намного ароматней). Учитывая тот факт, что цена меда за литр в магазинах немного выше, чем у частных производителей, то мед с частных пасек предпочтительнее продукта промышленного производства.

Хотя подобными методами невозможно выявить все примеси меда, тем не менее данные опыты помогут избежать покупки хотя бы грубых подделок.

## Регуляторы роста растений на основе ацетилена

Автор:

НЕСТЕРОВ Анатолий Сергеевич, ученика ГАОУ МО «Королёвский ЛНИП»

Научный руководитель:

ЩЕЛКУНОВ Сергей Анатольевич, кандидат химических наук, доцент, технический директор ООО «Биохимпром»

**Цели исследования:** показать возможность использования сравнительно недорогих регуляторов роста растений (далее РРР) на основе ацетилена.

Работа по оценке эффективности РРР проводится в формате проращивания семян. Для работы были выбраны различные сорта редиса и гороха (кроме того, на данный момент проводится исследование на зёрнах огурца и фасоли). Зёрна размещались на бумажных полотенцах, после чего замачивались в воде и растворах РРР различной концентрации (1 и 2 капли РРР на 3 литра воды) в пластиковых ёмкостях на защищенном от прямых солнечных лучей балконе.

**Актуальность** работы состоит в экономии ресурсов на синтез РРР путем упрощения структуры ацетиленового спирта до наименьшего кол-ва атомов углерода [1], сочетающееся с невозможностью их окисления до альдегидов и кетонов. В отличие от аналоговых РРР, используемый ДМЭК (диметилэтинилкарбинол) синтезируется в одну стадию из недорогих ацетона и ацетилена. [2]

По результатам исследования, несмотря на то, что на влияние рабочего раствора на быстро прорастающие семена редиса оказалось незначительным, зерна гороха в растворе РРР показали лучшие результаты, нежели зерна в воде.

### Источники информации:

- 1) Химический журнал Казахстана; *С. А. Визер, Н. О. Акимбаева, К. Б. Ержанов*, «Регуляторы роста растений, созданные в лаборатории химии физиологически активных соединений института химических наук им. а. б. бектурова» 2016 (информация о дорогом многостадийном синтезе ростостимуляторов)
- 2) *Н. Ф. Конов, С. А. Островский, Л. А. Устынюк* «Новая технология некоторых синтезов на основе ацетилена» 1977 – С. 115-116

### Приложение



Рис. 1. Формат проведения исследования



Рис. 2. Зерна гороха в воде по прошествии недели с начала исследования



Рис. 3. Зерна в растворе РРР

Таким образом, с учетом рабочих концентраций используемого раствора, исследования показали возможность применения в сельском хозяйстве недорогих РРР на основе ацетилена.

## Изготовление адыгейского сыра в домашних условиях

Автор:

ПАНИЧЕВА Алёна Евгеньевна, ученица 11А МОУ «СОШ №30»

Научный руководитель:

ЛАГУНОВА С.Ю., учитель химии

### Актуальность

В наше время много людей стремятся правильно питаться, все больше людей задумываются о самостоятельном изготовлении продуктов в домашних условиях, предпочитают домашнюю продукцию, а не магазинную. Также людей интересуют полезные качества того или иного продукта (в данном случае сыра). Пропаганда правильного, полезного питания просто необходима, поэтому на своем примере я хочу показать, что человек может сам контролировать, что он ест, приготовив продукт самостоятельно.

### Гипотезы:

- Возможно, адыгейский сыр, приготовленный в домашних условиях будет ничуть не хуже по качеству покупного сыра
- Возможно, изготовление сыра в домашних условиях будет намного дешевле, чем покупать его же в магазинах нашего города

**Объект исследования:** Молочнокислые продукты **Предмет исследования:** Адыгейский сыр домашнего приготовления

**Цель:** Изготовление качественного адыгейского сыра в домашних условиях

### Задачи:

- Формулировка темы, цели, задач проекта
- Найти информацию о составе сыра, рецепты, методы оценки его качества
- Съездить в ГМХА им. Н.В. Верещагина, узнать больше информации о данном виде сыра, узнать и поучаствовать в изготовлении сыра в промышленных масштабах
- Благодаря полученным знаниям и опыту попробовать изготовить сыр в домашних условиях
- Сравнить получившийся сыр с покупным, оценить его качество
- Оценить затраты
- Сделать вывод о том, а стоит ли изготавливать сыр в домашних условиях
- Оформление исследовательской работы

**Значимость работы:** Эта работа поможет мне в изучении важной темы по химии «Белки», которая в следствии дистанционного обучения была мною понята не до конца. Я смогу наглядно посмотреть, что происходит с белком при температуре, как он меняется. Также благодаря опытам я смогу лучше запомнить качественные реакции, которые встречаются в вариантах ЕГЭ, которое я сдаю в этом году.

### Методы исследования:

Методы эмпирического исследования: Сравнение, измерение, эксперимент

Методы теоретического исследования: Анализ, метод индукции

### Результаты опытов

Оба образца соответствуют ГОСТу, в них не было выявлено примесей, состав идеальный, по домашнему исследованию можно сделать вывод, что оба образца подходят для употребления в пищу.

Таким образом доказана 1 гипотеза моего исследования. В домашних условиях можно приготовить адыгейский сыр, которые по качеству ничем не уступает магазинному.



Далее, чтобы подтвердить или опровергнуть 2 гипотезу, мною была составлена таблица расходов

Из таблицы (таблица 1) видно, что домашний сыр получается дешевле покупного, хоть и не намного.

Мною были прочитаны и изучены многие инфоресурсы, на основе полученных знаний была построена вся практическая часть моего исследования.

В практической части мною были доказаны выдвинутые гипотезы, оценены затраты и сделаны определенные выводы.

Я познакомилась еще детальнее с составом сыра, с технологиями приготовления, которые я буду использовать в повседневной жизни.

Проведенные мною опыты помогли мне закрыть имеющиеся пробелы в знаниях по биологии и химии, я повторила качественные реакции, которые безусловно попадутся мне на экзамене.

Лично для себя я ответила на вопрос, что лучше изготавливать сыр дома, не переплачивая за это деньги и имея всегда свежий продукт.

Полученными знаниями я планирую делиться с другими людьми, буду принимать участие в конференциях не только города, но и уровня несколько выше. Тем самым я буду привлекать еще больше людей следить за своих здоровьем, за тем, что мы едим и приобщать людей к изучению казалось бы обычных, повседневных, но очень важных вещей.

Моя работа не только пропагандирует здоровый образ жизни, правильное питание, но и углубляет знания по химии. Каждый человек может повторить в той или иной степени мою работу самостоятельно и также получить знания по химии и решить для себя, как дальше ему питаться.

В дальнейшем я бы хотела взять тему обширнее, использовать уже методы лабораторного анализа, тк, к сожалению, сейчас это не возможно.

	Адыгейский сыр Молзавода «Гигиенский»	Адыгейский сыр домашнего приготовления
Молоко «Вологжанка»	-	36 рублей x2
Кефир «Вологжанка»	-	38 рублей
Соль	-	± 7 рублей
Расходы воды, электроэнергии	-	± 30рублей
<b>Итого</b>	179 рублей	147 рублей

Таблица 1. Финансовые затраты

### Источники информации:

Источники были как статьи, так и интернет источники. Также самым главным источником информации были практические занятия в ГМХА им. Верещагина.

- 1) <https://femina-maskulina.ru>
- 2) <https://usinsk.online>
- 3) <https://cheesewiki.ru>
- 4) <https://mona-spb.ru>
- 5) <http://bonfit.ru>
- 6) *Погожева Н. Н.* Технология сыроделия Йошкар-Ола 2016. – 82-103с.
- 7) Законы, указы, постановления
- 8) Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации / международный стандарт ГОСТ 32263-2013/ Сыры мягкие Технические условия. - 3-4с

### Приложение 1



Микро- и макроэлемент	Значение
Моно- и дисахариды, г	1,5
ПНЖК - Полиненасыщенные жирные кислоты, г	12,7
Холестерин, мг	54
Зола, г	2,8
Вода, г	56
Органические кислоты, г	0,1
Натрий, мг	470
Калий, мг	70
Фосфор, мг	360
Магний, мг	25
Кальций, мг	520
Сера, мг	198
Медь, мкг	60
Цинк, мг	3,5
Железо, мг	0,6

Таблица 2.

## Приложение 2

Витамин	Значение
Витамин В1 (тиамин), мг	0,04
Витамин В2 (рибофлавин), мг	0,3
Витамин В6 (пиридоксин), мг	0,2
Витамин В9 (фолиевая), мкг	39
Витамин С, мг	0,2
Витамин Е (ТЭ), мг	0,3
Витамин РР (Ниациновый эквивалент), мг	5,7
Витамин В12 (кобаламины), мкг	0,6
Витамин D, мкг	0,64
Витамин А, мг	0,205
Витамин А (РЭ), мкг	222
Бэта-каротин, мг	0,1
Витамин В5 (пантотеновая), мг	1,2
Витамин Н (биотин), мкг	4,2

Таблица 3.

Свойство	Значение
Калорийность, кКал	264
Белки, гр	19,8
Углеводы, гр	1,5
Жиры, гр	19,8

Таблица 4.



## Влияние электромагнитного излучения на биологическую активность почвы.

Автор:	КУКАРКИНА Мария Денисовна, МАОУ Самарский медико-технический лицей
Научный руководитель:	ГОРДОН Дмитрий Вячеславович, учитель биологии Высшей категории, Действительный член АМТН РФ. МАОУ Самарский медико-технический лицей

### Цели проекта:

- 1) Изучить влияние электромагнитного излучения разной продолжительности на биологическую активность почвы.
- 2) Составить таблицу зависимости активности жизнедеятельности живых организмов (ростков горчицы) от уровня электромагнитного излучения.

### Задачи проекта:

- 1) Поиск и изучение информации по данной теме;
- 2) подбор методик исследования;
- 3) анализ полученной информации;
- 4) составление таблицы влияния электромагнитного излучения на биологическую активность почвы.

### Основной текст тезисов:

Для исследования влияния ЭМИ на активность почвы были взяты образцы субстрата на территории набережной Красной глинки. Вес каждого образца составлял 250 грамм. Данные образцы были помещены на территорию Филиала федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийская государственная телевизионная и радиовещательная компания» «Государственная телевизионная и радиовещательная компания «Самара» (ГТРК «Самара») в разное время. Был проведен замер длины ростков с промежутком в 2 дня начиная от первого дня после посева семян.

Первый образец находился на территории новостной телебашни, в течение месяца, начиная с первого июня, второй в течение 4 дней параллельно с первым, а третий не был облучен и был взят в качестве контрольного образца. Оба облученных образца были изъяты в один день и в них были помещены семена горчицы в количестве 60 штук.

Семена были помещены в почву на глубину 0,6-0,7 см, а перед посадкой были высыпаны на почву.

В ходе эксперимента было выяснено, что самый активный рост наблюдался в образце, который подвергся относительно небольшому количеству электромагнитного облучения. А наихудшие показатели наблюдались у проростков, семена которых находились в почве, облучаемой в течение месяца.

Это дает возможность предположить, что небольшое количество электромагнитного излучения стимулирует активность почвы за счет действия на организмы и ферменты (каталазу и уреазу), находящиеся в почве. Однако долгосрочное интенсивное облучение снижает активность почвы за счет губительного характера действия на биологические структуры организмов и веществ в почве.

**Актуальность работы:** в настоящее время проблема влияния электромагнитного загрязнения на биологическую активность почвы весьма актуальна, так как ежегодно увеличивается количество источников ЭМИ с разной частотой волны. Ионизирующее излучение, являющееся одной из характеристик, пагубно сказывается на биологические компоненты почвы, приводя к ухудшению ее биологических и, как следствие, химических характеристик.

**Итоги исследования:** на примере ростков горчицы было выявлено, что длительное постоянное электромагнитное излучение негативно влияет на биологическую активность, а непродолжительное же наоборот ее стимулирует. ЭМИ может вызывать мутации, которые негативно сказываются

на активности компонентов почвы и, как следствие, на ее активность. Ростки горчицы в образце, облучаемом в течение непродолжительного периода (4дня), показали наилучшие результаты всхожести по сравнению с контрольным, а в образце, облучаемом дольше всего (1 месяц) показатели всхожести и качества ростков были наихудшими.

#### Источники информации:

- 1) *Бинги В.Н., Савин А.В.*, Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы, издательство PACS, 2003- Том 173, № 3- 267с.
- 2) *Пресман А.С.*, Электромагнитные поля и живая природа, издательство «Наука», Москва, 1968- 8, 81с.
- 3) *Пресман А.С.*, Электромагнитные поля и живая природа, издательство «Наука», Москва, 1968- 139с.
- 4) *Сподобаев Ю.М., Кубанов В. П.* , Основы электромагнитной экологии – издательство «Радио и Связь», Москва ,2000- 10с.
- 5) *Яргаева В.А., Сеничева Л.В.*, Министерство образования Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Хабаровский государственный технический университет», Учебное пособия для студентов специальностей, Дисперсные системы, Хабаровск - Издательство ХГТУ, 2003.
- 6) Воздействие магнитного излучения на микроорганизмы, [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#), (дата обращения 11.01.2021).
- 7) *Холодов Ю.А.*, Мозг в электромагнитных полях, [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#), (дата обращения 11.01.2021)- 3с.
- 8) Электрические свойства почвы, [Электронный ресурс]. Режим доступа: [Ссылка](#) (дата обращения 11.01.2021).

## Изучение роста растений в условиях музыкального сопровождения

Автор:

ПУШНИКОВ Андрей Алексеевич, 10 класс, ГБОУ «Челябинский областной многопрофильный лицей интернат для одарённых детей»

Научный руководитель:

СЕМЕНОВА Лидия Павловна, учитель биологии ГБОУ «ЧОМЛИ», высшая квалификационная категория

**Цель исследования** – наблюдение за интенсивностью процессов роста растения (луковицы лука посевного) в условиях прослушивания музыки с заданными характеристиками.

Наша работа посвящена изучению влияния конкретных характеристик музыкальных произведений на рост растений. Экспериментальным путём мы доказали, что влияние музыки на растения обуславливается аранжировкой музыкальных произведений, а не их мелодией. Позже мы провели ряд экспериментов, выявлявших отклик подопытных растений на резкие перепады амплитуды звуковых волн (перепады громкости) и их частоту (тональность или высоту).

Наша работа актуальна в наше время, так как музыкальные произведения уже используются в сельском хозяйстве, но результаты не отличаются постоянством. Знание конкретных механизмов влияния позволит подобрать музыкальные треки с необходимыми для роста сельскохозяйственных культур характеристиками.

### Итоги исследования:

- 1) Влияние на скорость роста растений обусловлено аранжировкой музыкального произведения.
- 2) Резкие перепады амплитуды, создаваемые преимущественно ударными инструментами и характерные, в частности, для рок-музыки замедляют скорость роста растений.
- 3) Крайние участки звукового диапазона (20,6-123,5 Гц и 1046,5-5274 Гц, субконтроктава, контроктава, большая октава и третья, четвёртая, пятая, соответственно) также негативно влияют на скорость роста.

### Источники информации:

- 1) *Вахромеев В.А.* Элементарная теория музыки. - Москва, 1961 г.
- 2) *Бритва Н.А.* Пособие по теории музыки и сольфеджио. - Тюмень, 1997 г.
- 3) *Алексеев Б.К., Мясоедов А.Н.* Элементарная теория музыки. – Москва, 1986 г.
- 4) *Горелик Г.С.* Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. - Москва, 1959 г.
- 5) *Лэмб Г.А.* Динамическая теория звука. - Москва, 1960 г.
- 6) *Авралин А.М.* Влияние музыки на растения. – М.: Изд-во «Знание», 2013. – 123с.
- 7) *Замятин А.А., Шноль С.А.* Музыка и биология. // Знание – сила, 2004. - №9. – с. 5-8.
- 8) *Чуб В.В., Лезина К.Д.* "Мир комнатных растений и музыки."– М.: Изд-во «Знание», 2004. – 268с.



## Оптимизация контроля и управления влажностью почвы при промышленном выращивании сельскохозяйственных культур и в городских парковых зонах

Автор:

РОМАНЧЕНКО Егор Юрьевич, МБОУ “Лицей №136”, г.Новосибирск

Научный руководитель:

ВАЛЮХОВА Светлана Викторовна, учитель информатики высшей категории МБОУ “Лицей №136”

**Цель работы:** создание собственной эффективной системы автономного автоматизированного контроля и управления влажностью почвы, дополненного умным освещением.

В **задачи** работы вошло: изучение литературы, разработка, сборка, настройка и отладка системы, монтаж демонстрационного стенда и проведение опытных испытаний.

В работе использованы следующие **методы**:

- 1) Анализ и сравнение существующих систем
- 2) Моделирование
- 3) Формализация – отображение выбранного алгоритма работы системы в программном коде
- 4) Тестирование

**Актуальность** проекта заключается в возможности контроля и управления максимально комфортным для растения режимом полива, минимизации затрат на создание системы, доступности сборки по предложенной схеме для широкого потребителя. Автономный режим работы системы делает её более надёжной и безопасной и, кроме того, позволяет использовать в случае отсутствия электросети. В варианте использования системы в парковой зоне она дополнена умным освещением, ориентированным на степень естественной освещённости и наличие динамического объекта.

В **ходе работы** выполнен анализ предлагаемых на рынке систем автополива. Сконструирована и собрана действующая модель системы, основанная на использовании платы Arduino, применены методики программирования микроконтроллера. Умное освещение реализовано на основе фоторезистора и датчика расстояния. Проведён двухнедельный тест системы. Смонтирован демонстрационный стенд с имитацией парковой зоны.

Принцип, заложенный в созданную систему позволяет: создать комфортные условия роста растения, увеличить урожайность за счёт более качественного и своевременного полива, рационально расходовать воду и электроэнергию при поливе, обеспечивать полив в автономном режиме.

Такой подход может быть использован в городской парковой зоне и при промышленном выращивании сельскохозяйственных культур. В этом случае участок делится на поливочные блоки, в контрольных точках устанавливаются датчики влажности, вода подаётся по магистральному трубопроводу, а затем - по распределительной системе.

Качество собранного стенда позволяет использовать его на уроках робототехники для наглядной демонстрации работы датчиков.

Работа системы представлена здесь: [Ссылка](#)

### Источники информации:

- 1) Алба В.Д. “Методика расчёта и эксплуатации систем капельного орошения” // газета “Химия. Агрономия. Сервис.” №47-50
- 2) “Монтаж системы автополива” [Электронный ресурс] [Ссылка](#) (дата обращения 10.01.2021)
- 3) “Орошение полей. Системы автоматического полива для полей. Особенности орошения и фертигации овощных культур” [Электронный ресурс] URL: [Ссылка](#) (дата обращения 13.01.2021)
- 4) “Программирование Ардуино” [Электронный ресурс] [Ссылка](#) (дата обращения 22.12.2020)



Приложение

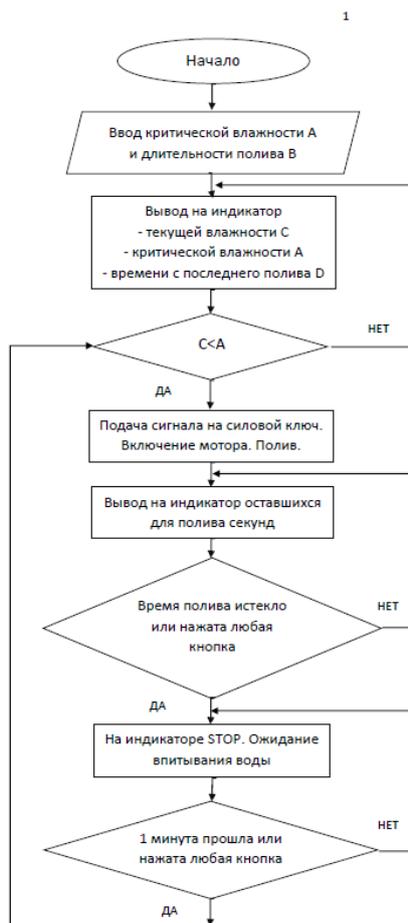


Рис. 1. Алгоритм работы системы полива



Рис. 2. Комплектующие: плата Arduino, датчик влажности почвы, мембранный насос, силовой ключ, LED индикатор, 2 кнопки, Trema Shield, коннектор PowerJack, аккумулятор 12В, преобразователь напряжения 12В->5В, солнечная батарея, датчик расстояния, фоторезистор, светодиоды



Рис. 4.

Слева. Подключение преобразователя к аккумулятору и проверка работоспособности  
В центре. Установка и компоновка элементов в корпусе  
Справа. Установка индикатора и кнопок



Рис. 5. Слева. Монтаж завершен  
В центре. Внутренний вид  
Справа. Корпус устройства



Рис. 6. Слева. Парковая зона  
В центре. Стенд в собранном виде  
Справа. Фонари. При изготовлении фонарей для стенда были использованы плафоны елочной гирлянды,  
корпуса авторучек и светодиоды.

## Сорбент из отходов. Биогенный абсорбирующий материал

Автор:

САМОЙЛОВА Ольга Сергеевна, МБОУ СОШ №40 имени В.А. Скугаря города Симферополь Республики Крым.

Научный руководитель:

СМИРНОВА Алла Георгиевна, учитель химии в МБОУ СОШ №40 имени В.А. Скугаря города Симферополь Республики Крым

**Цель:** изучить сорбционные способности порошка из ракушек *Rapana venosa* относительно очистки из сточных вод красного реактивного красителя.

**Задачи:**

- 1) Подготовка ракушки *Rapana* для исследования.
- 2) Сбор информации о загрязнении сточных вод с текстильных предприятий красителями, в частности, реактивным красителем Brilliant Red.
- 3) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 4) Проверка порошка на устойчивость в кислых средах с разным уровнем pH.
- 5) Исследовать влияние температуры на сорбционные способности порошка из ракушек *Rapana*.
- 6) Изучить влияние концентрации красителя на сорбционные способности порошка.

**Научная новизна:** предложенный вид сорбента пока не применяется российскими предприятиями. Исследованная технология получения сорбента может быть использована в промышленных технологиях, благодаря ценовой доступности сырья. Ракушка является отходом производства, и её утилизация требует финансовых расходов. Таким образом, как сырьё – она бесплатна. В материалах работы предлагается новый способ использования отходов.

Разработаны критерии применения сорбента из ракушки *Rapana venosa* для различных значений температуры, кислотности, концентраций сорбента и загрязнителя (реактивного красителя красной).

**Практическая значимость:** производство аквакультуры в России с 2014 года увеличилось более чем в 17 раз. Масса отходов в производстве доходит до 70%, ракушки - основная их часть. В работе предложен вариант их переработки, с образованием порошка для адсорбции красителей из сточных вод текстильных производств.

**Описание работы:** ракушки промываем дистиллированной водой для удаления растворимых примесей, сушим при температуре 50°C, измельчаем и просеиваем до размера частиц 100 мкм. Готовим раствор реактивного красителя Бриллиантовый красный HE-3B (исходный раствор 500 мг на литр). Эксперименты по порционной адсорбции проводим путем встряхивания образцов порошка морской ракушки (обычно 0,15 г) с водным раствором реактивного красителя (25 мл) с различными начальными концентрациями в конической колбе (150 мл), помещенной в термостатическую ванну-шейкер. Исследуем стабильность порошка оболочки при контакте с растворами различных исходных концентраций HCl (10-1-10-5 molL<sup>-1</sup> HCl и pH 1-5 соответственно) при комнатной температуре. Сорбционную способность реактивного красителя порошком изучаем с использованием растворов с начальными значениями pH от 1 до 5 и концентрацией красителя 100 mgL.

**Итоги исследования:** порошок из ракушки *Rapana venosa* содержит большое количество неорганического компонента, состоящего в основном из CaCO<sub>3</sub> в двух кристаллизационных формах: арагонита и кальцита, и органической матрицы. Выявлены специфические сорбционные участки, способные удерживать молекулы анионных красителей. Результаты показали, что адсорбция увеличивается с увеличением концентрации красителя, температуры, дозы порошка ракушки и времени контакта, и уменьшается с увеличением pH раствора.

**Источники информации:**

- 1) D. Suteu, C. Zaharia, A. Muresan, R. Muresan, A. Popescu, Использование промышленных отходов для очистки текстильных сточных вод, Environ. Англ. Управление. Ж. 2009, 8 (5), 1097.



- 2) *Л. С. Апостол, М. Гаврилеску*, Применение природных материалов в качестве Сорбенты для стойких органических загрязнителей, *Environ. Анг. Управление. Дж.* 2009, 8 (2), 243.
- 3) *В. К. Гупта, Сухас*, Применение недорогого адсорбента для красителя Удаление – обзор, *Дж. Управлять.* 2009, 90, 2313.
- 4) *G. Crini*, Нетрадиционные недорогие адсорбенты для удаления красителей: Обзор, *Биоресурс. Технол.* 2006, 60, 1061.
- 5) *Б. Ф. Грей, А. М. Смит*, Минералогическая изменчивость раковин черноногого морского ушка *Haliotis iris* (Mollusca: Gastropoda: Haliotidae), Южная Новая Зеландия, *Рас. Sci.* 2004, 58 (1), 47.
- 6) *S. Chowdhury, P. Saha*, Порошок морской раковины как новый адсорбент для удаления Основной зеленый 4 (Малахитовый зеленый) из водного раствора: Равновесные, кинетические и термодинамические исследования, *Chem. Eng. J.* 2010, 164, 168.
- 7) *Д. Зведова, С. Стоева*, Выделение и характеристика хитина из Морские источники в Черном море, *Анну. Ассен Златаров Унив. (Бургас, Болгария)* 2010, XXXIX (1), 37.
- 8) *Меньшова И.И.* Очистка стоков текстильных производств.

## Приложение

Температура (°C ± 2 C)	C <sub>0</sub> = 80 mg на L <sup>-1</sup>		C <sub>0</sub> = 120 mg на L <sup>-1</sup>	
	R (%)	q (mg g <sup>-1</sup> )	R (%)	q (mg g <sup>-1</sup> )
5	62.35	6.213	60.70	12.142
20	81.27	10.836	76.16	15.233
35	88.80	11.840	84.55	16.910
45	90.70	12.360	88.75	17.750
60	98.25	13.100	97.00	19.400

Таблица 1. Влияние температуры на сорбцию красителя на ракушку (начальный pH 1,2, доза сорбента 6 г/л, 24 ч)

Время, минуты	C <sub>0</sub> = 50 mg L <sup>-1</sup>		C <sub>0</sub> = 80 mg L <sup>-1</sup>	
	R (%)	q (mg g <sup>-1</sup> )	R (%)	q (mg g <sup>-1</sup> )
30	11.30	0.942	24.60	3.280
60	18.27	1.532	45.60	6.083
240	42.92	3.577	64.42	8.590
600	62.30	5.190	74.20	9.890
1440	81.80	6.817	81.27	10.836

Таблица 2. Удаление реактивного красителя Brilliant Red HE-3B из растворов различных исходных концентраций красителя и времени контакта (доза сорбента 6g L, T = 25 C, начальный pH 1,2)

## Образовательный проект Бактериальный биореактор

Авторы:

СКОРОХОДОВ Юрий, СЛИЗКОВ Никита

Научный руководитель:

ЖЕМЧУЖНИКОВ Д.Г., к.п.н, учитель информатики в школе 1535

### Продукт:

Существует потребность в практическом изучении такого подраздела микробиологии как бактериология. Чтобы решить данную проблему, необходимо создать набор, благодаря которому у учеников будет возможность во время уроков и внеурочной деятельности проводить околоисследовательскую работу, ведя непосредственное наблюдение за ходом процесса.

### Цель проекта:

Разработать и создать набор, который поможет ученикам школ глубже изучить свойства бактерий, а также самостоятельно следить за ходом проекта и в любой момент изменять условия. Необходимым условием является удобный интерфейс.

Цель определила задачи проекта:

- 1) Разработать систему, обеспечивающую изменение среды для контроля за ходом эксперимента
- 2) Продумать работу с устройством, изучение биологической обоснованности проекта.
- 3) Удостовериться в эффективности продукта и его удобстве, проведя эксперимент с полным функционалом продукта.

### Список ресурсов и способов их привлечения:

1) Рабочее время участников(примерная оценка):

- Научный Руководитель - 10 часов;
- Программист и сборщик- 25 часов;
- Биолог - 20 часов.

Разработка ведется в рамках личного времени участников.

2) Комплект ардуино со всеми датчиками, электропечь, а также провода и остальные компоненты приобретены участниками проекта за собственные деньги.

### Реализация:

- 1) **Концепция** Была разработана концепция, нарисован примерный план конечного продукта
- 2) **Подготовка** Была проведена закупка необходимого оборудования, установка приложений
- 3) **Реализация** Первым делом была сделана коробка для проводов, в которой должны храниться все провода. Далее был подключен LCD дисплей, он должен выводить данные с датчиков. Далее датчики были подключены в чашку петри.

### Актуальность проекта

Существует потребность в практическом изучении такого подраздела микробиологии как бактериология. Во время стремительного развития биологии вообще как науки, все больше учеников стремятся изучать ее. Проект бактериальный биореактор поможет во время уроков и внеурочной деятельности проводить околоисследовательскую работу.

### Анализ аналогов, сравнение с предлагаемым решением

По состоянию на начало 2021 года в области образовательных наборов биологической направленности с частичной автоматизацией нет прямых конкурентов.

### Итоги:

Цель проекта выполнена полностью: создан набор, который в полной мере предоставляет возможность изучения жизнедеятельности бактерий.



Задачи проекта выполнены почти полностью: Для полного завершения задач необходимо увеличить количество способов влиять на среду в чашке петри



## Производство биогумуса в домашних условиях. Изучение влияния биогумуса на овощные культуры и на цветочно-декоративные растения

Автор:

ТКАЧЕНКО Екатерина Андреевна, МБОУ Лицей г Нижневартовск, ХМАО-Югра;

Научный руководитель:

ВОЛОШИНА Ирина Владимировна, преподаватель биологии МБОУ Лицей

**Цель исследования** - произвести биогумус в домашних условиях (с помощью дождевых червей) и выяснить влияние биогумуса на овощные культуры и цветочно-декоративные растения.

### Задачи исследования:

- 1) В процессе опытов создать биогумус в домашних условиях (при помощи дождевых червей).
- 2) Изучить роль дождевых червей, как основных «поставщиков» биогумуса
- 3) Определить состав биогумуса
- 4) Выяснить влияние гумуса на овощные, а также цветочно-декоративные растения

Главное свойство почвы это ее плодородие, которое зависит от количества биогумуса в почве. И не маловажно то, что практически каждый садовод способен изготавливать это полезнейшее удобрение прямо на своем участке или дома.

Биогумус – это продукт переработки червями компоста или навоза, и является уникальным микробиологическим удобрением благодаря ряду преимуществ - повышает показатели урожайности, улучшает вкус продукции и восстанавливает плодородный слой почвы.

Производство биогумуса, например, на даче надо начинать с изготовления компостной кучи. Для этих целей можно использовать навоз, сорную растительность и любую другую органику. Я решила сделать свою миниферму по производству биогумуса прямо в квартире. Внимательно изучив источники о вермикультуре, мы узнали, как можно содержать дождевых червей дома. Исследовательскую работу проводила в течение 2,5 лет.

После изготовления биогумуса, я мною были проведены несколько экспериментов для определения качества биогумуса, наличия воздуха, воды и минеральных веществ в его составе.

Биогумус это «лекарство» для почвы, «хлеб» для растений, а создают его черви. В дальнейшем я проверила влияние биогумуса на овощные культуры и декоративные цветы

**Актуальность** исследования состоит в том, что многие огородники, занимаясь посадками рассады, используют добавки и химические удобрения из специализированных магазинов. Я же предлагаю использовать биогумус, который можно приготовить самостоятельно, используя пищевые отходы, и вывод очевиден - здоровье, натуральность и природный вкус урожая является самым важным для меня и моей семьи, и лучшее удобрение, которое приготовила природа – это биогумус. И не маловажно то, что пищевые отходы не выбрасываются и имеют «вторую жизнь»

**В результате** выполнения исследовательской работы и экспериментальным путем доказала, что

- 1) Биогумус можно образовать на своем дачном участке либо у себя дома, при наличии условий, причем без материальных затрат. Дачникам и огородникам можно создать собственные запасы биогумуса путем приготовления компоста на своих дачных участках.
- 2) Биогумус улучшает почвенную структуру, делает ее более рыхлой и воздухопроницаемой.
- 3) Биогумус – устойчивое по структуре образование, влажное и насыщенное кислородом почвы.
- 4) Темная окраска почвы обусловлена высоким содержанием черного биогумусного пигмента. Это способствует высокому поглощению солнечного тепла и прогреванию плодородного слоя.
- 5) Стимулирует рост и развитие культур, увеличение урожая. Повышает урожайность и скорость созревания плодов.



**Источники информации:**

- 1) <http://www.vseznaika.org/biology/что-такое-gumus-i-kak-on-obrazuetsya/>
- 2) <https://attuale.ru>
- 3) <http://wikibotanika.ru/uhod/pochva/gumus.html> Энциклопедия растений © Wikibotanika.ru
- 4) <http://dndz.com.ua/humus-odno-iz-luchshyh-prirodnih-udobrenij/>
- 5) <http://plodogorod.com/garden/zemledelie/gumus-svoimi-rukami.html>



## Изучение технологии изготовления спиртосодержащих продуктов в домашних условиях

Автор:

ФЕДОСЕЕВ Яков Сергеевич, МБОУ лицей г. Лобни, 11 класс

Научный руководитель:

ВАСИЛЬЕВА Л. В., учитель биологии, Милованова Т.В. – учитель физики.

**Целью исследования** является изучение технологии получения в домашних условиях спиртосодержащих продуктов.

Среди спиртов наиболее распространёнными являются: этиловый, метиловый и фенилэтиловый спирт.

Самый используемый спирт в мире – этиловый. Его мировой объём потребления составляет более 70 млн тонн. Это обусловлено широким применением в промышленности: производство ацетальдегида ( $C_2H_4O$ ), уксусной кислоты ( $CH_3COOH$ ), бутадииона ( $C_19H_{20}N_2O_2$ ), простых и сложных эфиров, моторного топлива, лекарственных и дезинфицирующих средств. А также в быту: приготовление спиртовых и травяных настоек, дезинфицирующих средств, медицинских компрессов, алкогольных напитков и т.д.

**Научная значимость исследования** состоит в отработке технологии получения спиртосодержащей жидкости, изучении её использования в качестве дезинфицирующего средства.

Для производства спиртосодержащей жидкости был собран перегонный аппарат («самогонный аппарат»), состоящий из перегонного куба, паропровода, сухопарника дефлегматора отстойника, холодильника (змеевика) и соединительных шлангов.

В качестве сырья для производства использовались пророщенная пшеница и забродившее малиновое варенье.

Использованное сырьё	Количество, грамм	Итого, грамм	Выход продукта, грамм	% спирта
1. Пророщенная пшеница	Необработанный пшеница	400	2700	151
	Сахар	800		
	Вода	1500		
	варенье	2000		
2. Малиновое варенье	ЧИСТАЯ ВОДА	10000	13085	159
	сахар	1000		
	сухое			
	дрожжи	35		

Таблица 1. «Сравнительная таблица количества исходного продукта»

Полученная спиртосодержащая жидкость изучалась в качестве дезинфицирующего средства. Были подтверждены данные, что стабильно эффективны спиртовые жидкости с концентрацией спирта не менее 80%.

В ходе работы было установлено, что концентрация спирта в конечном продукте зависит от:

- Подбора гидромодуля в сырье (гидромодуль – соотношение сахара и воды. Оптимальным являются соотношения: 1:3, 1:4, 1:5);
- От качества сборки перегонного аппарата и от герметичности всех его соединений;
- Не установлена прямая зависимость концентрации спирта и ингредиентов сырья (отличие идёт примерно в 2%)

### Источники информации:

- 1) <https://alcopribor.ru>
- 2) <https://alcoprof.ru/stati/samogonnye-apparaty-faq/princip-raboty/>
- 3) [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BA%D1%83%D0%B1](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D1%83%D0%B1)
- 4) <https://firmarost.ru/articles/samogonovarenie/ustrojstvo-samogonnogo-apparata/>
- 5) <https://2samogona.ru/samogon/skolko-gradusov>
- 6) <https://www.youtube.com/watch?v=3pSXAItkPXs>



- 7) *И.Н. Пономарёва, О.А. Корнилова, Т.Е. Лоцилина.* Биология 10 класс. Учебник для учащихся общеобразовательных организаций под редакцией доктора педагогических наук, профессора И.Н. Пономарёвой.
- 8) Книга «Биология. В 3-х томах». Авторы: *Тейлор Дэнис, Стаут Уилф, Грин Найджел*
- 9) Книга «Технология изготовления спирта и спиртных напитков в домашних условиях». Автор: *Б. С. Сенченко*
- 10) Книга: «Технология спирта». Авторы: *Д. И. Климковский, В. А. Смирнов, В. Н. Стабников*

## Влияние “Зеленого пояса” на изменение климатических условий г. Нур-Султан

Автор:

МЫРЗАБЕКОВА Айдана Асхатовна, 9 класс Назарбаев  
Интеллектуальной школы Международного Бакалавриата

Научный руководитель:

Арман Иманшарипова

### Цель и задачи данного исследования:

Научная работа в области метеорологии посвящена изучению, анализу и сравнению метеорологических показателей города Нур-Султан до и после посадки “зеленого пояса” в столице Казахстана. Такой выбор был обусловлен не случайным образом, поскольку он интересен с разных точек зрения. Для науки он представляет интерес при исследовании климатообразующих факторов, метеорологических показателей, рельефа местности исследуемой территории. С одной стороны, климат столицы меняется под влиянием глобальных процессов, с другой – быстро растущий город и зеленый пояс вокруг него меняют локальный климат, постепенно понижается и средняя скорость ветра. Основная задача исследования проверка гипотезы о влиянии зеленого пояса на различные показатели климата г. Нур-Султан (скорость ветра, атмосферная температура, влажность воздуха, общее количество туманных дней и общее количество дней со штормом), а также нахождение количественных оценок данного влияния.

### Актуальность работы:

Степная зона отличается значительным развитием ветровой эрозии. В Казахстане при современных климатических условиях около 70% потенциального ущерба от неблагоприятных погодных и климатических условий (засухи, суховеи, поздние весенние и ранние осенние заморозки) приходится на сельскохозяйственное производство. Наша страна входит в шестерку государств мировых экспортеров зерна, преимущественно яровой пшеницы, и зерно является основным компонентом продовольственной безопасности республики. Однако Северный Казахстан, где располагается основная часть посевных площадей яровой пшеницы, относится к зоне высоко рискованного земледелия. Потери урожая от неблагоприятных условий погоды в отдельные годы в регионе неполивного земледелия достигают 50-70%. В пределах степной зоны общее число дней с пыльными бурями за теплый период колеблется в среднем от 20 до 80 дней, что является огромным препятствием и риском для сельскохозяйственного производства.

Помимо этого, изучение изменения климата под влиянием антропогенных факторов является актуальной проблемой на международном уровне. В 1987-1988 гг. совместно с Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Всемирной метеорологической организацией (ВМО) была учреждена межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Основным направлением IPCC является предоставление политикам информации об изменениях климата и их последствиях для природных и хозяйственных систем. Поэтому массовая посадка деревьев, называемая “зеленый пояс” является актуальной темой для исследования и может являться эффективным решением при определении проблемы неблагоприятного климата для жителей в столице.

### Итоги исследования:

В этом исследовании я изучила влияние зеленого пояса на микроклимат г. Нур-Султан. Статистические данные с 2011 по 2020 указывают на понижение количество дней с туманностью до 10-ти раз, на понижение количества дней со штормом до 20-ти раз, что доказывает эффективность проекта для решений очень актуальных и частых проблем в столице Казахстана. Снижение туманности, шторма в период 2011-2020 гг. сопровождалось также статистически значимым повышением среднегодового показателя температуры воздуха. Была проведена оценка влияния зеленого пояса г. Нур-Султан на среднегодовую температуру воздуха, на основе которой можно заключить, что среднегодовая температура с 2011 года до 2020 года постепенно повышалась, так как зеленый пояс помогает смягчить экстремально холодные зимы в округе столицы. Также можно сделать вывод на основе статистических данных, что зеленый пояс воздействует на повышение влажности воздуха. С каждым годом посадка деревьев увеличивается, значит площадь озеленения возрастает, соответственно тенденция роста влажности воздуха увеличивается с 2011 по 2012 год. Суммируя все



вышесказанное на основе проведенного исследования, можно сделать вывод о том, что теория о положительном влиянии зеленого пояса на скорость ветра, на туманность, влажность и температуру атмосферного воздуха на основе статистических данных и научных фактов подтвердилась.

**Источники информации:**

- 1) *Kazinform*. (2020). Как зеленый пояс повлиял на климат столицы. [Ссылка](#)
- 2) Акимат Нур-Султана. (неизвестно). "Зеленый пояс Астаны". [Ссылка](#)
- 3) КазГидромет. (2019). Ежегодный бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана. [Ссылка](#)
- 4) РГП "Казгидромет". (2021). [Ссылка](#)
- 5) Вечерняя Астана. (2020). Как развивается зеленый пояс. [Ссылка](#)
- 6) *Тулпов, Д.* (2020). Как изменение климата влияет на Нур-Султан - журналистское расследование. [Ссылка](#)
- 7) Как зеленый пояс повлиял на климат Нур-Султана. (2020). [Ссылка](#)
- 8) TimeandDate. (2011-2020). Past Weather in Nursultan, Kazakhstan. [Ссылка](#).
- 9) *Эйтинген, Г. Р.* (1949). Лесоводство. [Ссылка](#)

## Время сенсомоторной реакции как интегральный показатель скорости физических процессов генерации и проведения биоэлектрических импульсов

Автор:	ГУРИНОВИЧ Пётр Михайлович, ГУО «Гимназия №29 г. Минска» 10 «А» класс
Научный руководитель:	ЧИЖ Наталья Николаевна, ГУО «Гимназии №29 г. Минска», учитель физики высшей категории
Научный руководитель:	КУБАРКО Алексей Иванович, Заслуженный деятель науки Республики Беларусь, профессор, д.м.н. (кафедра нормальной физиологии)

Электрические токи широко используются в науке в лечебных и диагностических целях. Например, применение постоянного тока для электрофореза лекарств в физиотерапии, постоянного импульсного тока для вызывания сна. Генераторы импульсного тока широко используются в электрокардиостимуляторах при нарушении ритма работы сердца, для электростимуляции мышц. Переменные токи высокой частоты применяются в физиотерапии, их высоковольтные разряды используются в дефибриляторах для запуска работы сердца при его остановке.

Нервные клетки воспринимают и «понимают» информационные сигналы в виде колебания разности электрических потенциалов или нервных импульсов. Скорость преобразования внешних или внутренних стимулов в нервные импульсы и их проведения предопределяет как быстро человек воспримет, ощутит момент того или иного воздействия (изменение силы света, звука, температуры, давления, силы прикосновения, вибрации, болевого воздействия) и ответит на него приспособительными реакциями.

Измерение времени сенсомоторных реакций и порогов чувствительности при различных воздействиях, представляют важный теоретический и практический интерес, так как они являются интегральными показателями физических процессов скорости генерации в рецепторах биоэлектрических импульсов и их проведения по нервным волокнам организма. Ответные реакции на стимуляцию рецепторов этих систем обеспечивают приспособление человека к изменениям в среде существования, лежащих в основе биологического выживания. Объективным количественным показателем болевой чувствительности является ее порог.

**Цель исследования:** провести количественную оценку времени реакции на действие раздражителей различной модальности и относительных порогов болевой чувствительности здоровых людей различного возраста

### Задачи:

- 1) Создать макет программно-аппаратного комплекса для измерения в лабораторных условиях времени реакции и болевой чувствительности на воздействие слабого электрического тока
- 2) Создать оригинальное программное обеспечение для компьютеров и мобильных устройств для лабораторного и дистантного измерения времени сенсомоторной реакции на действие раздражителей различной модальности
- 3) Измерить время реакции и относительные пороги болевой чувствительности у здоровых людей различных половозрастных групп
- 4) Сравнить результаты измерений использованными методами с результатами, опубликованными в доступной литературе
- 5) Рассмотреть физические процессы, обеспечивающие преобразование воздействия электрического стимула в болевых рецепторах в колебания биопотенциалов и проведение их в виде потока нервных импульсов в головной мозг и далее к мышцам руки
- 6) Рассчитать скорость проведения нервных импульсов по нервным волокнам и сопоставить её со скоростью проведения электротока в тканях организма

- 7) Провести статистическую обработку результатов измерений, систематизировать и создать базу данных для их последующего более глубокого анализа и использования специалистами для диагностики нарушений сенсомоторных реакций, болевой чувствительности и их лечения

**Актуальность работы.** Количественное и качественное тестирование сенсорной чувствительности и функции сенсомоторных систем имеет важное значение для профессионального отбора, диагностики нарушений их функции при заболеваниях нервной и других систем организма, контроля эффективности лечения и оценки степени инвалидизации. Особый интерес представляет тестирование болевой чувствительности вследствие ее изменения при множестве заболеваний и страданий человека, вызываемых болью. Выявление источника боли, определение ее порога и уровня повреждения в нервной системе необходимы для правильного выбора лечебно-диагностических методов и выбора обезболивающих препаратов для оказания эффективной медицинской помощи.

**Новизна работы:** создан работающий макет оригинального программно-аппаратного комплекса для измерения болевой порога и времени реакции на болевое воздействие. Полученные показатели позволили более глубоко рассмотреть основу физических процессов генерации биоэлектрических потенциалов (нервных импульсов) и их проведения по нервным волокнам.

**Методы исследования:** Определение относительного порога болевой чувствительности проводилось путем измерения мультиметром минимальной величины напряжения импульса электрического тока, вызывавшего при его воздействии на кожу кисти руки слабое ощущение боли. Болевое ощущение возникает в тот момент, когда сила тока и напряжение достигает значений достаточных для возбуждения болевых рецепторов. При достижении болевой порога испытуемый в ответ на ощущение боли нажимает кнопку. Разница между временем воздействия и ответной реакции отражает время реакции. Измерение времени сенсомоторной реакции на световые, звуковые и вибрационные раздражители проводилось с помощью авторского программного обеспечения.

**Практическое применение:** с помощью созданного макета программно-аппаратного комплекса можно получать достоверные и надежные результаты измерений болевой чувствительности человека. Предлагаемый способ не требует дорогого оборудования и удобен для транспортировки, доступен для небольших клиник и лабораторий. Риск получения травмы, связанной с поражением слабого электрического тока, вызывающего едва ощутимое болевое воздействие, практически отсутствует. Методика тестирования не инвазивна, безопасна и пригодна для широкого использования.

#### Источники информации:

- 1) *Бажман А.М.*// Биологическая индикация в антропоэкологии. -Л., Наука, 1984, 163-166
- 2) *Василенко А.М.*//Тез. IV Всесоюзного Съезда патофизиологов, т.1, С.75, Кишинёв-Москва, 1989
- 3) *Василенко А.М., Захарова Л. А., Метакса Е.Е. Яновский О.Г.*// Бюллетень экспериментальной биологии и медицины -1995.-.119, 4, 405-409
- 4) *Нормальная физиология: учебник / А.А. Семенович, В.А. Переверзев, А.И. Кубарко, В.И. Кузнецов, Д.А. Александров, О.С. Никитина;* под редакцией А.А. Семеновича и В.А. Переверзева. - 2-е издание, исправленное и дополненное. - Минск: Новое знание, 2020. - 520 с.
- 5) *A Protocol of Manual Tests to Measure Sensation and Pain in Humans Matthew Kostek<sup>1,2</sup>, Anna Polaski<sup>1,3</sup>, Benedict Kolber<sup>1,3</sup>, Austin Ramsey<sup>1</sup>, Alexander Kranjec<sup>1,4</sup>, Kimberly Szucs<sup>1,5</sup>* 1 Chronic Pain Research Consortium, Duquesne University 2 Department of Physical Therapy, Duquesne University 3 Department of Biological Sciences, Duquesne University 4 Department of Psychology, Duquesne University 5 Department of Occupational Therapy, Duquesne University
- 6) *Кубарко, А.И.* Нормальная физиология: учебник. В 2 ч. Ч. 1 / *А.И. Кубарко, А. А. Семенович, В. А. Переверзев;* под ред. *А. И. Кубарко.* – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 542 с.
- 7)

## Исследование волюморегуляции эритроцитов *Cyprinus carpio* в условиях гипоосмотического стресса *in vitro*

Автор:

ДУБРОВСКАЯ Дарья Алексеевна, АНОО АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы г. Долгопрудный Московской области, 8 класс химико-биологического предпрофиля

Научный руководитель:

ГОЛОВКО Сергей Иванович, кандидат биологических наук; учитель биологии АНОО «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы

Относительное постоянство объёма и формы клеток является необходимым условием осуществления ими своих функций. Осморегуляторные реакции изучались у различных позвоночных животных, в том числе рыб. Известно, что главная роль в них принадлежит механизмам активного и пассивного транспорта ионов (в основном натрия и калия) через плазматическую мембрану. Однако, вызывает большой интерес изучение динамики и построение математических моделей этих процессов.

**Целью** настоящего является изучение изменения размеров эритроцитов карпа (*Cyprinus carpio*) в условиях гипотонии *in vitro*.

Для достижения данной цели было необходимо:

- 1) обобщить известные данные о строении и функциях эритроцитов карпа
- 2) разработать методику исследования изменения размеров эритроцитов в условиях гипотонической нагрузки
- 3) выявить зависимость изменения размеров эритроцитов от времени гипотонического воздействия.

После забора кровь карпа (*Cyprinus carpio*) разбавляли дистиллированной водой на 10 и 40%. После разбавления с периодичностью 1 мин в течение 10 мин, а также дополнительно через 15 и 30 мин, готовили мазки крови. На микрофотографиях, полученных с помощью окулярной камеры, производили измерения линейных размеров эритроцитов (в пикселях). Числовые данные обрабатывали в MS Excel.

При 10%-ом разбавлении крови эритроциты проявляли устойчивость к гипоосмотическим условиям: их размеры существенно не отклонялись от некоторого среднего значения: длина ~ 15, ширина ~ 11. Полиномиальное сглаживание данных (на интервале 10 мин) указывает на колебательный характер волюморегуляции при данных условиях. На 30-й минуте размеры существенно не отличались от средних на интервале первых 10 мин. При 20%-ом разбавлении крови наблюдали примерно трёхкратное увеличение размеров эритроцитов: длина возросла от ~ 10 до ~ 32, а ширина от ~ 6 до ~ 21. Увеличение размеров (на интервале 10 мин) имело «волнообразный» полиномиальный характер. На 30-й минуте размеры клеток превышали исходные примерно в два раза, т.е. имело место регуляторное уменьшение объёма (RVD).

### Источники информации:

- 1) *Cossins A.R., Gibson J.S.* Volume-sensitive transport systems and volume homeostasis in vertebrate red blood cells // *The Journal of Experimental Biology*. – 1997. – Vol. 200, iss. 2. – P. 343–352.
- 2) *Fänge R.* Fish Blood Cells // *Fish Physiology*. – 1992. – Vol. 12, Part B. – P. 1-54.
- 3) *Imagava T., Hashimoto Y., Kitagawa H., Kon Y., Kudo N., Sugimura M.* Morphology of Blood Cell in Carp (*Cyprinus carpio* L.) // *The Japanese Journal of Veterinary Science*. – 1989. Vol. 51, iss. 6. – P. 1163-1172.
- 4) *Glomski C.A., Tamburlin J., Chainani M.* The phylogenetic odyssey of the erythrocyte. III. Fish, the lower vertebrate experience // *Histology and Histopathology*. – 1992. – Vol. 7 (3). – P. 501-528.
- 5) *Groulx N., Bourdreault F., Orlov S.N., Grygorczyk R.* Membrane reserves and hypotonic cell swelling // *J. Membr. Biol.* – 2006. – V. 214. – P. 43-56.
- 6) *Jensen B.F.* Regulatory volume decrease in carp red blood cells: mechanisms and oxygenation-dependency of volume-activated potassium and amino acid transport // *The Journal of Experimental Biology*. – 1995. – Vol. 198, iss. 2. – P. 155–165.



- 7) *Joseph-Silverstein J., Cohen W.D.* The Cytoskeletal System of Nucleated Erythrocytes. III . Marginal Band Function in Mature Cells // *The Journal of Cell Biology.* – 1984. – Vol. 98 (6). P. 2118-2125.
- 8) *Snyder G.K., Sheafor B.A.* Red Blood Cells: Centerpiece in the Evolution of the Vertebrate Circulatory System // *American Zoologist.* 1999. – Vol. 39, iss. 2. – P. 189–198.
- 9) *Strange K.* Cellular volume homeostasis // *Advances in Physiology Education.* – 2004. – Vol. 28. - P. 155-159.
- 10) *Атауллаханов Ф.И., Корунова Н.О., Спиридонов И.С., Пивоваров И.О., Калягина Н.В., Мартынов М.В.* Как регулируется объём эритроцита, или что могут и чего не могут математические модели в биологии // *Биологические мембраны.* - 2009. – Т. 26. - №3. – С. 163-179.
- 11) *Калягина Н.В., Мартынов М.В., Алтуллаханов Ф.И.* Математический анализ регуляции объёма эритроцита человека с учётом упругого воздействия оболочки эритроцита на обменные процессы // *Биологические мембраны.* – 2013. – Т. 30. - №2. – С. 115-127.
- 12) *Пшценко Е.В.* Гематология пресноводной рыбы: учебное пособие / Новосибир. гос. аграр. ун-т. - Новосибирск, 2002.

## RGB-таксис Trichoplax H2(Placozoa)

<b>Автор:</b>	КОЗЫРИЦКИЙ Даниил Витальевич, ГБОУ ЦДО «Малая академия наук», 8 класс, ГБОУ «Гимназия №8»
<b>Научный руководитель:</b>	КУЗНЕЦОВ Андрей Вадимович, д.б.н., лаборатория «Биоразнообразия и функциональной геномики Мирового океана» ФИЦ ИнБЮМ им. А. О. Ковалевского РАН
<b>Научный руководитель:</b>	МИНАЕВА Светлана Олеговна, педагог дополнительного образования ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

С точки зрения биологии открытие цветной сенсорной системы у первого многоклеточного животного Trichoplax поможет заглянуть в историю эволюции зрительных анализаторов (глаз) у животных и циркадных ритмов у человека. Сущность проблемы состоит в том, что сенсорные системы Trichoplax в настоящее время только изучаются и классифицируются, а механизмы их действия малоизучены и полны противоречий в части назначений отдельных клеток животного и его сенсорной системы.

**Цель работы:** подтвердить, высказанную автором гипотезу о наличии у Trichoplax системы цветных светочувствительных сенсоров, одной из которых может быть система кристаллических клеток как биологическая основа Плакоглаза.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи:** провести анализ литературных источников о клеточном строении, наборе генов, спектрального состава световой среды обитания Trichoplax; сформулировать и построить общую кибернетическую блок-схему функционирования светочувствительной сенсорной системы Trichoplax с учетом его клеточного строения и поведения в различной световой среде; выбрать перечень цветов монохромного светового воздействия на Trichoplax, исходя из множества его генов опсинов, световой среды его обитания в природе; разработать методику исследования на базе созданного оптического микроскопа, который позволяет наблюдать одновременно за группой Trichoplax и отдельной особью в этой группе, а также положением волоконно оптического источника света с разными длинами волн (общая схема в Приложении 1); провести экспериментальные исследования по подтверждению высказанной гипотезы о наличии у Trichoplax RGB-таксиса с видео регистрацией результатов эксперимента; проанализировать возможные механизмы светового управления Trichoplax на основе полученных результатов (Приложение 2).

Автором проанализированы работы международного коллектива исследователей с различных континентов [1,2,3,4,5,6,7], которые рассматривают кристаллические клетки с кристаллом арагонита как гравитационные датчики Trichoplax (Приложение 3). В литературных источниках отсутствуют работы по управлению Trichoplax с помощью монохромных источников света с разной длиной волны.

На основании проведенного анализа клеточного строения Trichoplax и спектра световой среды автором предложена идея наличия у Trichoplax RGB-таксиса и впервые в мировой практике проведены эксперименты по управлению поведением Trichoplax, его клетками световыми стимулами с разной длиной волны (красным 630нм, зеленым 532нм, синим 395нм). Для исследования поведения Trichoplax при различных световых воздействиях в комфортной среде его обитания автором был создан оптический микроскоп с двумя веб-камерами, которые чувствительны при низком уровне общего освещения.

**Результаты исследования:** С помощью зеленого света (532нм) останавливается движение Trichoplax, замедляет движение клеток в его внутренней структуре. Под воздействием ультрафиолетового света (395нм) возникают вихревые движения внутренних клеток с последующим изменением формы Trichoplax и началом его движения в сторону источника ультрафиолетового света, который является преобладающим в световой среде на глубине обитания Trichoplax. При воздействии красного света (650нм) уменьшается скорость движения Trichoplax, происходит замирание движения внутренних клеток на время паузы, через некоторое время Trichoplax начинает движение от источника

красного света. Данные результаты получены при комфортной для *Trichoplax* температуре водной среды.

Впервые с помощью световых сигналов проведено управление поведением *Trichoplax* и его клетками, а также доказано наличие у *Trichoplax* RGB-таксиса. С помощью зеленого света можно останавливать активность *Trichoplax* и проводить микроскопические исследования его строения на живом животном в реальной среде его обитания без применения химических веществ. Содержать и наблюдать *Trichoplax* нужно при спектральном составе света, соответствующего его среде обитания.

Исходя из принципа функционального резервирования, возможно у *Trichoplax* есть два механизма светочувствительности: один через кристаллические клетки с митохондриями и фототриггером (L-аргинин и органические соединения рутения), другой через систему натриевых каналов (микробные родопсины).

Работа по проверке гипотезы о наличии у *Trichoplax* RGB-таксиса, была проведена автором лично под руководством руководителя проекта д.б.н. Кузнецовым А.В. на базе лаборатории «Биоразнообразие и функциональной геномики Мирового океана» ФИЦ «ИнБИОМ им. А. О. Ковалевского РАН», также разработка и печать на 3D-принтере конструктивных элементов микроскопа «Леонардо 3.0» была проведена под руководством преподавателя ГБОУ ЦДО «Малая академия наук» Минаевой С.О.

### Приложение 1

Первое многоклеточное животное *Trichoplax* (Placozoa), живущее на глубинах 5-20м в теплых морях, размером до 1 мм имеет в своем составе около 50 тыс. клеток. Внешний вид представлен на рис. 1.

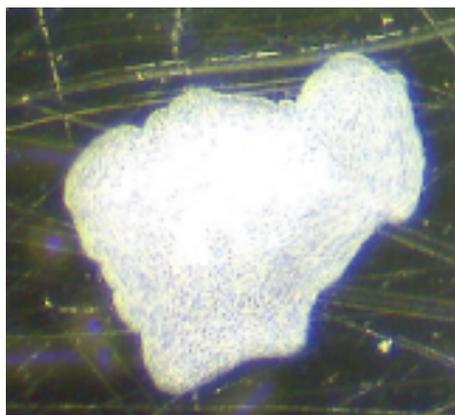


Рис.1 Форма тела *Trichoplax*, состоящего из клеток (между которыми находится межклеточная жидкость)

*Trichoplax* проявляет коллективное поведение в среде обитания, что усложняет его исследование на оптических микроскопах с большим увеличением и яркой подсветкой предметного столика. Исследователи видят часть тела *Trichoplax*, но одновременно не видят поведение группы *Trichoplax*. Для учета коллективного поведения *Trichoplax* был разработан оптический микроскоп «Леонардо 3.0» с двумя веб-камерами, работающими при низком уровне освещенности с выведение картинки с обеих камер на общий монитор.

Общая блок-схема разработанного оптического микроскопа «Леонардо 3.0»

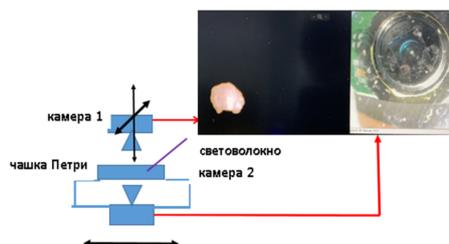


Рис.2 Общая блок-схема разработанного оптического микроскопа с двумя веб-камерами.

Нижняя камера следит за группой *Trichoplax*, а верхняя камера дает информацию о каждом конкретном члене группы. При этом имеется информация о пространственном расположении оптово-

локна относительно каждого Trichoplax в группе, что исключает механическое разрушение животных.

За время проведения исследования была разработана конструкция нового модульного микроскопа, на котором установлено две видеокамеры. При этом каждая камера управляется в трех плоскостях. В настоящее время эта конструкция напечатана на 3D-принтере и идет отработка системы управления камерами на платформе Ардуино.

## Приложение 2

Общая схема клеточного строения Trichoplax RGB-таксиса и блок-схема оптической системы RGB-таксиса Trichoplax и возможные механизмы светового управления

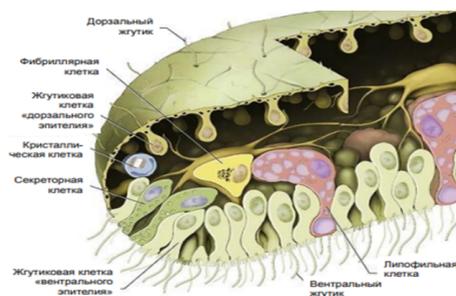


Рис.3 Общая схема пространственного размещения типов клеток в теле Trichoplax [15]

Исходя из клеточной структуры Trichoplax (совокупности волоконистых, кристаллических и звездчатых клеток) была составлена общая кибернетическая блок-схема функционирования светочувствительной сенсорной системы Trichoplax H2 (Рис. 4).

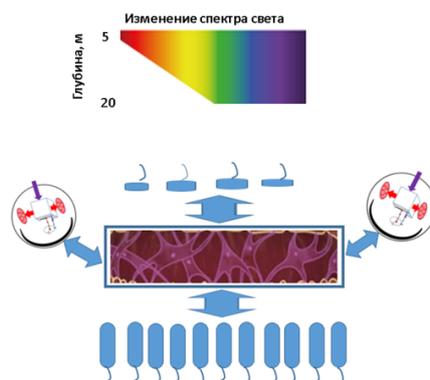


Рис.4 Общая блок-схема функционирования светочувствительной сенсорной системы Trichoplax H2 (у Trichoplax имеется система из 75 кристаллических клеток по периметру тела)

Общая блок-схема функционирования одной кристаллической клетки Trichoplax и возможные механизмы светового управления Trichoplax на основе полученных результатов представлена на рис. 5.

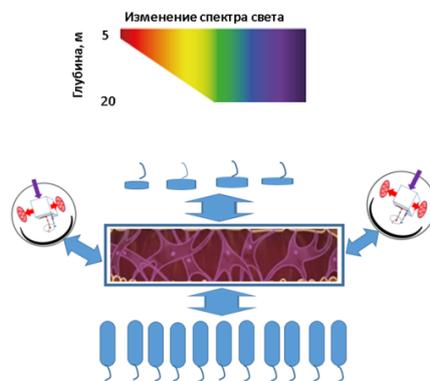


Рис.5 Общая блок-схема функционирования одной кристаллической клетки Trichoplax

**Источники информации:**

- 1) *Серавин Л. Н., Гудков А. В.* Trichoplax adhaerens (тип Placozoa) – одно из самых примитивных многоклеточных животных. Санкт-Петербург ТЕССА, 2005. 69 с.
- 2) *Д.Ю. Романова* Разнообразие клеточных типов у гаплотипа H4 PLACOZOA SP. Романова Морской биологический журнал, 2019, том 4, № 1, с. 81–90
- 3) *Mayorova T. D., Smith C. L., Hammar K., Winters C. A., Pivovarova N. B., Aronova M. A., Leapman R. D., Reese T. S.* Cells containing aragonite crystals mediate responses to gravity in Trichoplax adhaerens (Placozoa), an animal lacking neurons and synapses. PloS One, 2018, vol. 13, no. 1, pp. e0190905. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190905>
- 4) *Moroz L. L.* The genealogy of genealogy of neurons. Communicative & Integrative Biology, 2014, vol. 7, no. 6, pp. e993269. [Ссылка](#) 18.
- 5) *Moroz L. L.* NeuroSystematics and Periodic System of Neurons: Model vs Reference Species at Single-Cell Resolution. ACS Chemical Neuroscience, 2018, vol. 9, pp. 1884–1903. [Ссылка](#)
- 6) *Aleoshin V. V., Konstantinova A. V., Nikitin M. A., Okshtein I. L.* On the genetic uniformity of the genus Trichoplax (Placozoa). Russian Journal of Genetics, 2004, vol. 40, no. 12, pp. 1423–1425. <https://doi.org/10.1007/s11177-005-0015-y>
- 7) У пластинчатых обнаружили натриевые потенциалы действия [Ссылка](#)
- 8) Знакомьтесь: Трихоплакс, простейшее животное на Земле [Ссылка](#)
- 9) Михаил Никитин. Нейротрансмиттеры и их функции у трихоплакса - животного без нервной системы [Ссылка](#)
- 10) Hot topic: the seaweed holobiont27-10-2016 [Ссылка](#)
- 11) Спектр солнечного света [Ссылка](#)
- 12) *Hunt R. W. C.* The Reproduction of Colour. — 6th edition. — John Wiley & Sons, 2004. — P. 4—5. — 724 p. — ISBN 978-0-470-02425-6.
- 13) Общая характеристика света проникающего через толщу воды [Ссылка](#)
- 14) N Neumann-Micheau and H Tributsch Luminescence light collection technology in the aragonite of stone corals 2018 Bioinspir. Biomim. 13066006 [Ссылка](#)
- 15) *C. Smith et al.*, 2014. Novel Cell Types, Neurosecretory Cells and Body Plan of the Early-Diverging Metazoan, Trichoplax adhaerens [Ссылка](#)
- 16) *Carolyn L. Smith, Frédérique Varoquaux, Maïke Kittelmann, Rita N. Azzam, Benjamin Cooper, Christine A. Winters, Michael Eitel, Dirk Fasshauer, and Thomas S. Reese* Novel Cell Types, Neurosecretory Cells, and Body Plan of the Early-Diverging Metazoan Trichoplax adhaerens Current Biology, Volume 24 Supplemental Information Нейросекретные клетки и план тела раннего дивергенции Metazoan Trichoplax adhaerens Текущая биология, Том 24
- 17) *Moroz L.L.* NeuroSystematics and Periodic System of Neurons: Model vs Reference Species at Single-Cell Resolution. ACS Chemical Neuroscience, 2018, vol. 9, pp. 1884–1903. [Ссылка](#)
- 18) *T. SYED1,3 , B. SCHIERWATER1,2* Trichoplax adhaerens: Discovered as a missing link, forgotten as a hydrozoan, re-discovered as a key to Metazoan evolution VIE MILIEU, 2002, 52 (4) : 177-187
- 19) *Виктор Ковылин* Малютки трихоплаксы дружат с удивительными бактериями [Ссылка](#)

## Анализ и расчет бактерицидных рециркуляторов облучателей воздуха

Автор:

КРАВЧУК Анна Дмитриевна, ученица 10А класса, МБУ лицей информационных систем и технологий №73 г. Пензы

Научный руководитель:

ПЕГАНОВ Станислав Юрьевич, учитель технологии, высшей квалификационной категории

**Цель исследования:** изучить принцип работы бактерицидного рециркулятора воздуха, рассмотреть порядок расчета его эффективности работы и дать рекомендации по изготовлению данного устройства собственной конструкции.

### Задачи:

- 1) Изучить принцип работы бактерицидных рециркуляторов-облучателей воздуха.
- 2) Произвести расчет эффективности данных устройств.
- 3) Разработать на основе проведенного расчета экспериментальный образец устройства для применения в нуждах лица.

**Проблема:** научные достижения и открытия стали прочно связаны с понятием прогресса, движущим механизмом развития планеты. Значимость научных открытий не может вызывать сомнения: как в глобальных масштабах, так и в локальных изменениях образа жизни человека. Достижения цивилизации могут быть не только бесполезны, но и вредны: изобретения переходят и в разряд рукотворных катастроф. Двойственное значение открытий подводит к главному вопросу: действительно ли есть необходимость создания собственного рециркулятора воздуха, для решения проблем по обеззараживанию помещений.

### Тема исследования

В связи с масштабным распространением COVID-19 и широким применением ультрафиолетовых бактерицидных рециркуляторов выявилась их завышенная стоимость. И некоторые изученные приборы вызывают сомнение в заявленных производителем функциях, в связи с использованием маломощных вентиляторов и ультрафиолетовых ламп, а также особенностей их конструкции.

Для создания своего прибора нам пришлось изучить несколько аспектов относительно приборов для очистки воздуха. Первым стал медицинский аспект, насколько очистители воздуха безопасны для потребителей.

- Воздействие ультрафиолетовым излучением
- Применение бактериальных фильтров, механические фильтры.
- Воздействие аэрозолями дезинфицирующих средств
- Воздействие озоном

Изучив технические характеристики различные средства по очистке воздуха, мы пришли к мнению, что самым надежным безопасным является бактерицидные рециркуляторы воздуха. На основании исследования основными ключевыми факторами для расчета работы такого рода устройств являются:

- 1) Достаточность и полнота дезинфекции
- 2) Безопасность эксплуатации
- 3) Комфорт
- 4) Энергоэффективность

На основании изученного, рассчитав, все формулы для доказательства эффективности работы созданного прибора (см. в приложение 2.) приступили к изобретению самого рециркулятора воздуха на базе конструктора Arduino

Smart Bactericidal Air Cleaner(SBAC) предотвращает распространение различного рода инфекций, распространяющихся воздушным путем, таких как грипп, ОРЗ, дифтерия, туберкулез, COVID-19 и многих других путем дезинфекции воздуха в помещении.



SBAC обеспечивает:

- 1) Бактерицидную обработку воздуха путем многократного его прогона через пространство, облучаемое ультрафиолетовыми лампами.
- 2) Автоматический подсчёт ресурса работы УФ-ламп и визуальную индикацию срока эксплуатации, и предупреждение о необходимости их замены.
- 3) Контроль интенсивности ультрафиолетового излучения и сигнализацию снижения эффективности работы УФ-ламп.
- 4) Контроль вращения тангенциального вентилятора.
- 5) Контроль температуры и наличия очагов возгорания внутри корпуса.
- 6) Работу по расписанию, установленного пользователем в зависимости от условий и места эксплуатации, для обеспечения оптимального режима обеззараживания и экономии электроэнергии.
- 7) Установку в систему подвесных потолков помещения или самостоятельное размещение на стене или потолке.
- 8) Дистанционное управление при помощи ИК-пульта или Android- устройства.

### Актуальность

Данное исследование является актуальным, так как от чистоты воздуха, которым мы дышим, зависит эмоциональное состояние человека, а также работоспособность иммунной системы организма, которая стоит на страже нашего здоровья.

### Итоги исследовательского проекта

Устройство стало альтернативной заменой дорогостоящим рециркуляторам воздуха, уже предложенным многим школам нашего города. Проведенные теоретические расчеты показывают эффективность его работы, а низкая себестоимость и высокие потребительские качества, могут обеспечить заинтересованность в организации его промышленного производства.

### Источники информации:

- 1) *Росляков Е.М., Сударь Ю.М., Тупицын Ю.Е.* Справочник «Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры, Вентеляторы». Политехника, 2011 г.
- 2) *Надеждин Н.* «Томас Эдисон. "Человек изобретающий 2010г.
- 3) *Крох Л.* «Всё о рециркуляторах воздуха», 2018г.
- 4) *М.Г. Коветунович* «Домашний эксперимент по физике 7-11 классы». Москва. Владос. 2017г.
- 5) *Майоров А.Н.* Физика для любознательных, или о чём не узнаешь уроке. Ярославль. Академия развития, 2010.
- 6) *Перельман Я.И.* Занимательная физика. М.: Наука, 1976.
- 7) *Перельман Я.И.* Физическая смекалка. М.: Омега, 1994.
- 8) <https://ru.wikipedia.org/wiki>
- 9) <http://sovet-ingenera.com/vent/cond/bezlopastnoj-ventilyator.html>
- 10) <https://aqua-rmnt.com>

### Приложение 1



Рис. 1. Smart Bactericidal Air Cleaner (SBAC)

### Приложение 2

Эффективность работы рециркулятора по обеззараживанию воздуха в помещении, складывается из двух основных величин:

- 1) Производительность обмена воздуха ( $\text{м}^3/\text{ч}$ )

2) Бактерицидная производительность (Пр<sub>бк</sub>, м<sup>3</sup>/ч).

Применяя заводское и наше устройство в фойе лица, получаем следующее время полной рециркуляции:

Кол-во рециркуляторов	Объём фойе лица	Производительность тангенциального вентилятора в устройстве	Кол-во времени для полной очистки воздуха в фойе (Объём помещения/ Производительность вентилятора)
м1	586 м <sup>3</sup>	250 м <sup>3</sup> /ч	586/250 = 2,3 часа=138мин
2			586/250*2 = 1,8 часа=70мин
3			586/250*3 = 0,8 часа=47 мин
4			586/250*4 = 0,8 часа=35 мин
Кол-во рециркуляторов	Объём фойе лица	Производительность тангенциального вентилятора в устройстве	Кол-во времени для полной очистки воздуха в фойе (Объём помещения/ Производительность вентилятора)
1	586 м <sup>3</sup>	60 м <sup>3</sup> /ч	586/60 = 9,7 часа=582мин
2			586/60*2 = 4,9 часа=294мин
4			586/60*4 = 2,5 часа=150мин
6			586/60*6 = 1,6 часа=96 мин
8			586/60*8 = 1,2 часа=72 мин
10			586/60*10 = 1 часа=60 мин
16			586/60*16 = 0,6 часа=36 мин

Таблица 1. Верхняя половина расчет для нашего устройства. Нижняя половина расчет для заводского рециркулятора

Формулы для расчета величины бактерицидной производительности устройства:

$$Pr_{бк} = \frac{N_{л} F_{л} K_{\phi} K_{o} K_{c} \sigma V 3600}{-\ln \ln (1 - J_{бк} 10^{-2})}$$

$$Pr_{бк} = LS3600/t_k$$

$$J_{бк} = \left( 1 - \exp \exp \left( -\frac{N_{л} F_{л} K_{\phi} K_{o} K_{c} \sigma V 3600}{Pr_{бк}} \right) \right) * 100\%$$

$$\mu = 2,07 \exp (-0,767S^{0,5})$$

$$Pr_{в} = \mu Pr_{бк}$$

Где  $N_{л}$  -число ламп;  $F_{л}$  - бактерицидный поток ламп;  $K_{\phi}$  - коэффициент использования бактерицидного потока лампы;  $K_{o}$  -коэффициент многократных отражений бактерицидного потока от стенок камеры;  $K_{c}$  - коэффициент, учитывающий спад бактерицидного к концу срока службы лампы;  $V$  -константа фоточувствительностисанитарно показательного микроорганизма (*S.aureus*) для бактерицидного излучения;  $L$ -длина камеры;  $S$ - Площадь живого сечения камеры;  $t_k$  - время облучения воздушного потока воздуха в камере  $Pr_{бк}$  - бактерицидная производительность ;  $J_{бк}$  - бактерицидная эффективность ;  $Pr_{в}$  - производительность вентилятора ;  $\mu$ -суммарным коэффициентом местного сопротивления

## Исследование влияния различных факторов на сократимость искусственных мышц из нейлона

Автор:

ПАНУРЧЕНКО Варвара Павловна, МБОУ «Физико-математический лицей №31 г. Челябинска», 11 класс

Научный руководитель:

СУХОВА Ольга Радиевна, МБОУ «ФМЛ №31 г. Челябинска», учитель физики

Широко известна проблема создания искусственной мышцы, которая может использоваться в медицине как составная часть бионических конечностей или как самостоятельный имплант.

На данный момент разработано несколько видов искусственных мышц: используемая только в робототехнике гидравлическая мышца, основанная на работе гидравлических систем [1]; искусственная мышечная ткань из пропитанных воском и скрученных по спирали углеродных нанотрубок [2] и искусственные мышечные ткани из нейлона, меняющие форму при нагревании.

В феврале 2014 года учёные из МПТ (Массачусетский технологический университет) обнаружили, что скрученные по спирали волокна нейлона сжимаются при нагревании [3]. Так, контролируя количество теплоты и направление нагрева нейлона, исследователи смогли перемещать волокна по определенным шаблонам. Отличительной особенностью скрученных нейлоновых волокон является дешевизна, простота в изготовлении, способность к совершению механической работы. В рамках школьной лаборатории дешевле и удобнее в качестве объекта исследования взять скрученные по спирали волокна нейлона.

С одной стороны, во всех изученных нами работах о поведении скрученных из нейлона мышц описывается зависимость способности сокращаться от температуры нагревателя [3, 4, 5]. С другой стороны, с точки зрения биофизики, основными характеристиками биологической мышцы являются зависимость скорости одиночного сокращения и развиваемой мышцей мощности от нагрузки. [6] Так возникает проблема сравнения характеристик сокращения биологических и нейлоновых мышц. Также в изученных нами работах мало исследованы зависимости относительного сокращения от геометрических характеристик мышц, таких как направление закручивания, индекс пружины, длина мышцы.

**Актуальность** нашего исследования заключается в изучении характеристик искусственной мышцы, которое будет способствовать изобретению новых и оптимизации существующих устройств, основанных на технологии управляемого сокращения нейлонового волокна.

**Цель исследования.** Экспериментальное выяснение влияния условий нагрева, геометрических и нагрузочных характеристик на сократительную способность искусственных мышц из нейлона.

**Задачи.** Получить ряд искусственных мышц; создать установку, обеспечивающую равномерный нагрев мышцы; выявить зависимости сократимости нейлоновой мышцы от геометрических и нагрузочных характеристик в изотоническом режиме.

**Объекты исследования.** Более 30 различных искусственных мышц из нейлоновых лесок (рис.1).



Рис.1 Искусственная мышца из скрученного нейлонового волокна

**Методы.** Создание мышцы путём скручивания лесок при нагрузке; получение зависимости координаты конца мышцы ( $x$ ) от времени ( $t$ ) с помощью лазерного датчика расстояния; анализ графиков с помощью программ Excel и Origin.

В результате работы созданы более 30 рабочих мышц из нейлоновой лески диаметром 0,3 мм, удельная работа которых в 10 больше, чем у биологических (рис. 1). Описано явление сокращения искусственной мышцы на 10-15% от начальной длины мышцы. Выявлено: абсолютное сокращение мышцы прямопропорционально изменению температуры и скорость сокращения растёт с увеличением мощности нагрева (рис. 2). Однако, скорость растёт, только если температура нейлона ниже температуры деструктуризации полимерных цепочек. Доказана независимость сократимости искусственной мышцы из нейлоновой лески от направления закручивания мышцы.

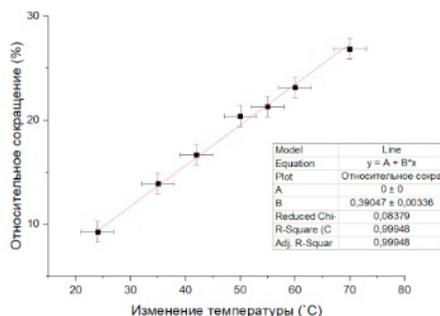


Рис.2 Зависимость относительного сокращения от изменения температуры

**Научная новизна.** Выявлена зависимость скорости сокращения мышцы от нагрузки. Она имеет максимум, который не зависит от мощности нагрева (рис.3). Получена зависимость абсолютного сокращения от нагрузки, также имеющая максимум (рис.4).

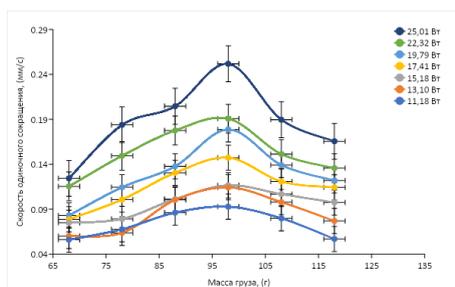


Рис.3 Зависимости скорости сокращения от массы груза при разных мощностях нагрева

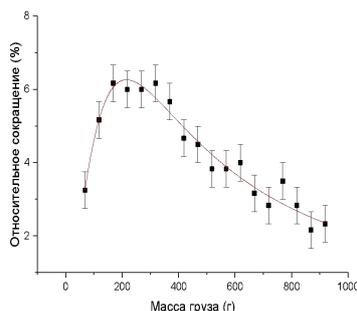


Рис. 4 Зависимость относительного сокращения от массы груз

Получена возрастающая зависимость относительного сокращения мышцы от индекса пружины (рис.5) и зависимость относительного сокращения мышцы от ее длины, состоящая из двух прямолинейных участков, первый участок возрастает, а второй убывает (рис.6).

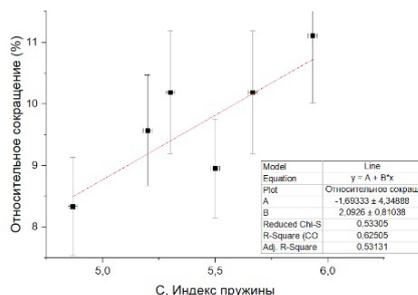


Рис.5 Зависимость относительного сокращения от индекса пружины

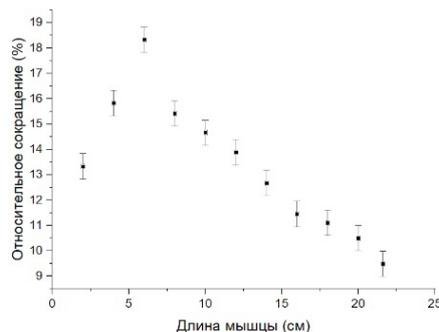


Рис. 6 Зависимость относительного сокращения от длины мышцы

**Практическая значимость.** Разработан метод определения скорости сокращения мышцы с помощью датчика расстояния с использованием анализа полученных данных инструментами Excel и Origin; разработаны установки, обеспечивающие сокращение мышц: с неравномерным нагревом при обдуве горячим воздухом; с равномерным нагревом при помощи проволочного и водного нагревателя; разработан метод создания мышц с разным индексом пружины.

#### Источники информации:

- 1) Гидравлические искусственные мышцы. [Ссылка](#)
- 2) Искусственные мышцы из углеродных нанотрубок. [Ссылка](#)
- 3) Artificial Muscles from Fishing Line and Sewing Thread. *Carter S. Haines et al. Science* 343, 868 (2014)
- 4) *Щетников А.И., Матюнин В.И.* Искусственные мышцы из нейлоновой лески // Наука из первых рук, №4, 2015. [Ссылка](#) (Дата и время обращения: 20.10.2017 15:40)
- 5) *В.С. Стерехова, А.А. Протопопов,* Разработка искусственной мышцы из нейлона для реабилитационного тренажера. [Ссылка](#)
- 6) Биофизика: Учеб. Для студ. высш. учеб. Заведений/ Под ред. проф. *В. Ф. Антонова.* – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 2003. – 288 с.

## Создание тренажёра для выработки навыков личной подписи у больных с ДЦП и с нарушением функций верхних конечностей

<b>Автор:</b>	ПРОХОРОВ Роман Леонидович, Российская Федерация, Челябинская область, г. Челябинск. МБОУ «Лицей № 11», класс 9
<b>Научный руководитель:</b>	ОВСЯНИЦКАЯ Лариса Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой математики и информатики, Частное образовательное учреждение высшего образования «Международный Институт Дизайна и Сервиса».
<b>Научный руководитель:</b>	ОВСЯНИЦКИЙ Дмитрий Николаевич, руководитель студии «Ожившая механика», врач – педиатр.

### Аннотация

Данная работа посвящена разработке и созданию тренажёра для выработки навыков личной подписи у больных с ДЦП и с нарушением функций верхних конечностей.

**Актуальность работы:** если общим вопросам социальной адаптации детей с ДЦП и другими заболеваниями уделяется большое внимание, такими детьми занимаются медицинские работники, специализированные реабилитационные центры, то вопросы, касающиеся индивидуальных проблем таких детей, часто остаются малозаметными. Одной из таких индивидуальных проблем является проблема личной подписи. Рано или поздно наступает момент, когда ребенок, становясь взрослым, должен принимать самостоятельные решения, а для этого часто нужно подписывать документы собственноручно. Если навык подписи не выработать, а он у детей с ДЦП вырабатывается годами, то поставить подпись ребенку будет невозможно. Поэтому данный навык необходимо начинать тренировать как можно раньше.

Для решения данной проблемы мы предлагаем создаваемый нами тренажер.

**Цель работы:** создать тренажёр для выработки навыков личной подписи у больных с ДЦП и с нарушением функций верхних конечностей.

### Задачи:

- 1) Провести поиск и анализ аналогичных устройств
- 2) Разработать предложение
- 3) Разработать проект устройства
- 4) Приобрести необходимые детали и оборудование
- 5) Самостоятельно изготовить необходимые детали и устройства
- 6) Передать тренажер на апробацию и тестирование детям

Для реализации поставленной цели и задач применялись следующие **методы**, приемы и решения: анализ данных, техническое моделирование, эскизирование, программирование.

**Инженерная проблема/цель:** Одной из индивидуальных проблем детей с диагнозом ДЦП является проблема личной подписи. Т.о. они абсолютно не социализированы и не самостоятельны в обществе. Наступает момент, когда ребенок, становясь взрослым, должен подписывать документы собственноручно одинаковой подписью. Если навык подписи не выработать, а он у детей с ДЦП вырабатывается годами, то поставить подпись ребенку будет невозможно. Поэтому данный навык необходимо начинать тренировать как можно раньше.

**Анализ данных и результаты:** Полученный тренажер имеет положительный результат с медицинской точки зрения и технической стороны проекта.

- 1) Тренажер универсален и может быть переделан или модифицирован под индивидуальные особенности ребенка.

- 2) Обучение и коррекцию нужно начинать с наиболее раннего возраста, так как тренировка может занять несколько лет.
- 3) Система достаточно проста, имеет небольшой вес и недорогая по цене.
- 4) Работа была выполнена из доступных материалов с минимальным применением технически сложного оборудования.
- 5) Тренажер уже тестируется у детей с ДЦП. Он высоко оценен специалистами (невропатологи, реабилитологи, педагоги).

#### Проектирование проекта:

- 1) Проведен анализ прямых и косвенных аналогов. Проведен поиск и исследование аналогов и патентов.
- 2) Проведены консультации с медицинскими работниками соответствующего профиля, детьми с ДЦП и их родителями.
- 3) Разработан проект устройства.
- 4) Приобретены необходимые детали и оборудование.
- 5) Самостоятельно изготовлены необходимые детали и устройства.
- 6) Установлено и опробовано доступное бесплатно программное обеспечение для изготовления тренажера (редактор векторной графики - Inkscape, 3D САПР - Freecad, Python и прочие).
- 7) Тренажер отдан на апробацию и тестирование детям.

#### Интерпретация и выводы

Новизна предлагаемого устройства заключается в разработке комплексной системы, в которой одновременно могут быть реализованы:

- Количественная оценка сделанных упражнений, как основной фактор в развитии навыка личной подписи.
  - Мотивация и вовлеченность ребенка за счет использования световых или аудиовизуальных эффектов.
  - Индивидуальная направленность.
  - Возможности усложнения по мере выработки навыка.
  - Возможность выпуска в различных вариантах по запросам потребителей.
- 1) Осуществлен переход от опытного образца к готово модели. Тренажер доведен до уровня продукта.
  - 2) Тренажер не имеет аналогов. Готовятся документы на получение патента (Полезная модель).

**Итогом** проделанной работы стал тренажер для выработки навыков личной подписи у больных с ДЦП и с нарушением функций верхних конечностей.

#### Выводы

- 1) Проект имеет междисциплинарный характер и создан на стыке медицины и инженерных наук.
- 2) Созданный нами тренажер для выработки навыков личной подписи у больных с ДЦП и с нарушением функций верхних конечностей не имеет аналогов.
- 3) Предлагаемое решение поможет детям с различными заболеваниями адаптироваться в мире здоровых людей. Выработать навыки письма и личной подписи для работы с юридически значимыми документами.
- 4) Обучение и коррекцию нужно начинать с наиболее раннего возраста, так как тренировка может занять несколько лет.
- 5) Тренажер универсален и может быть переделан или модифицирован под индивидуальные особенности ребенка.
- 6) Система достаточно проста, имеет небольшой вес и недорогая по цене.
- 7) Работа была выполнена из доступных материалов с минимальным применением технически сложного оборудования.
- 8) В проекте использованы элементы физики, математики, конструирования, программирования и других дисциплин.
- 9) Тренажер не имеет аналогов. Поданы документы на получение патента на данную разработку (полезная модель).



**Источники информации:**

- 1) <https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/1381755/b5ccdf6d-5149-48da-8ef0-29c49a0f4064/s1200?webp=false>
- 2) <https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1MUsxaMvD8KJjSsplq6yIEFXaH/3.jpg>
- 3) [https://i.ebayimg.com/00/s/MTAwMFgxMDAw/z/dpoAAOSwlsFa4GHf/\\$\\_3.JPG](https://i.ebayimg.com/00/s/MTAwMFgxMDAw/z/dpoAAOSwlsFa4GHf/$_3.JPG)
- 4) <https://static-eu.insales.ru/images/products/1/2606/233818670/RPi-4-1gb.2.jpg>
- 5) <http://poliklinika-upfilial.gkb13.ru>
- 6) <https://metaisskra.com/wp-content/uploads/2019/07/dtsp-metafizika.jpg>
- 7) Книги и самоучители по языку программирования Питон – [Ссылка](#)

## Исследование перестроек биологических суспензий низкочастотными электрическими полями

Автор:

СЕМЕНОВА Дарья, ГБОУ «Физико-математический лицей» г. Сергиев Посад Московской области

Научный руководитель:

ЦЕБРУК Иван Сергеевич

Данная работа посвящена проблеме взаимодействия биомолекул и неорганических наночастиц, самоорганизации в этих композитах, а также получения периодических структур и возникновения структурных перестроек под действием низкочастотных электрических полей.

**Целью данной работы** является исследование перестроек биологических суспензий низкочастотными электрическими полями.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- получение периодических структур и изучение условий их возникновения в композитах из биомолекул хитозана и коллагена и неорганических наночастиц;
- изучение условий возникновения структурных перестроек под действием низкочастотных электрических полей в системах из биомолекул хитозана, коллагена и неорганических наночастиц;
- изучение микромеханизма этих перестроек, вызванных низкочастотными электрическими полями.

**Актуальность темы** Хитиновые и коллагеновые соединения играют заметную роль в жизни микроорганизмов, растений и животных. При этом нередко они не образуются внутри организма, но при контакте с ними могут быть индуцированы биохимические реакции, приводящие к усилению его защитной функции. Уровень активности хитинолитических ферментов в результате контакта растения с хитиновыми продуктами может возрастать в сотни раз. Индуцируется целый метаболический каскад с участием многих белков, в том числе хитинолитических ферментов (хитиназы, р-1,3-глюконазы и др.). Кроме того, хитозан (биополимер, получаемый денатурацией хитина) является активным адсорбентом, используемым не только для лечения расстройств пищеварения, но и для нейтрализации негативных воздействий радиоактивных элементов. Коллаген – это белок, являющийся главной составной частью и мягких, и костных тканей млекопитающих (включая человека). Он – активный пьезоэлектрик. Поэтому при воздействии электрических полей на биокомпозиции с участием коллагена естественно ожидать заметные изменения в их структуре и свойствах. С одной стороны, это даст определенный вклад в изучение свойств биосистем вообще и, с другой стороны, принесет информацию для разработки новых методик лечения сердечно-сосудистых и прочих заболеваний.

## Экспериментальное определение коэффициента поверхностного натяжения различных жидкостей

Автор:	ТРУФИНА Анастасия Алексеевна, МБОУ «Лицей № 2» г. Протвино
Научный руководитель:	БЕЛЯЕВА Екатерина Аркадьевна, учитель физики и астрономии МБОУ «Лицей №2»

**Цель работы** – экспериментально определить коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей методом отрыва капель и натяжения проволочной рамки и сравнить результаты. Качественно оценить влияние примесей на значение коэффициента поверхностного натяжения.

### Задачи:

- 1) Изучить литературу, Интернет - источники, статьи в СМИ по теме исследовательской работы (изучить способы определения коэффициента поверхностного натяжения).
- 2) Изучить практическое значение силы поверхностного натяжения.
- 3) Составить план проведения экспериментов, подобрать необходимое оборудование.
- 4) Собрать экспериментальную установку для определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости. (2-3 способами)
- 5) Определить коэффициент поверхностного натяжения для чистой воды без примесей (дистиллированная).
- 6) Определить коэффициент поверхностного натяжения для физраствора (хлорид натрия).
- 7) Определить коэффициент поверхностного натяжения для глюкозы (сахара).
- 8) Обработать результаты и сделать вывод.
- 9) Подготовить доклад и презентацию, представить работу.

В своей работе мы выдвигаем две **гипотезы**:

- 1) у разных жидкостей коэффициент поверхностного натяжения ( $\sigma$ - «сигма») различен;
- 2) чем больше коэффициент, тем важнее его учёт при использовании соответствующей жидкости в капилляре.

### Методы исследования:

- теоретические (изучение тематической литературы, статей, материалов Интернета, её сбор и анализ);
- эмпирические (наблюдение, эксперимент и сравнение полученных данных);
- математические (построение и анализ графиков и диаграмм).

**Вывод №1:** коэффициент поверхностного натяжения жидкостей различен. Наличие примесей (5% изотонический раствор глюкозы и 0,9% раствор натрия хлорида) незначительно увеличивает коэффициент поверхностного натяжения. Причём раствор натрия хлорида в большей степени влияет на значение  $\sigma$  по сравнению с дистиллированной водой. Таким образом, первая гипотеза подтвердилась

**Вывод №2:** для малых концентраций нет смысла учитывать данные погрешности. Для 0,9% раствора натрия хлорида и 5% изотонического раствора глюкозы учитывать капиллярные явления нет необходимости (самые низкие концентрации, но именно они часто используются на практике). Таким образом, вторая гипотеза не подтвердилась.

**Актуальность работы:** Результаты наших исследований могут помочь ученикам и учителям при изучении данной темы, а также при подготовке к олимпиадам и экзаменам. Работа может служить базой для создания экспериментального материала к урокам физики (варианты и способы выполнения экспериментальных исследований по определению коэффициента поверхностного натяжения) и для проведения лабораторного практикума в профильных классах. Экспериментальные наработки актуальны благодаря возможности их повторения в любых условиях.



В ходе исследовательской работы:

- 1) Мы узнали о видах экспериментальных методов измерения коэффициента поверхностного натяжения жидкости;
- 2) Определили коэффициент поверхностного натяжения для жидкостей, сигмы которых не указаны в таблицах учебников и справочных пособиях, используя метод счета капель и метод отрыва петли;
- 3) Узнали, что силы поверхностного натяжения малы и проявляются при малых объемах жидкости;
- 4) Выяснили, что силы поверхностного натяжения играют большую роль в природе, технике, биологии, современных технологиях, полиграфии медицине, словом, во всей жизни человека. Проявление данных сил многообразно.



Рисунок 1

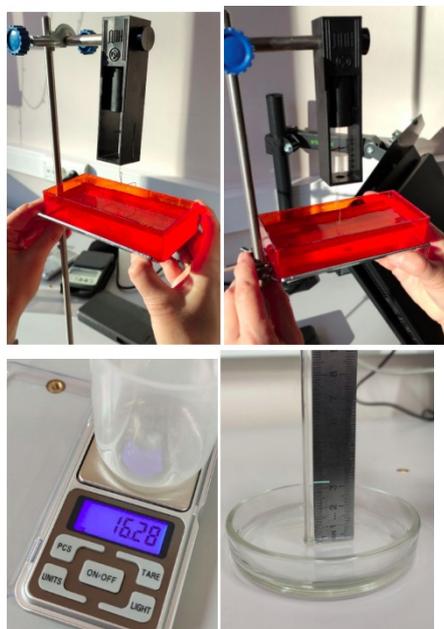


Рисунок 2

#### Источники информации:

- 1) *Мякишев, Г. Я.* Физика: Молекулярная физика. Термодинамика. 10 класс. Углублённый уровень: учебник / *Г. Я. Мякишев, А.З. Сняжков.* – 5-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2017. – 350, [2] с. : ил.

- 2) Элементарный учебник физики: Учеб. пособие. В 3 т. Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика / Под ред. Г.С. Ландсберга. – 14-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 612 с.
- 3) Касьянов, В.А. Физика. 10 кл. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений / В.А.Касьянов. – 13-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2013. – 428, [4] с. : ил.
- 4) Кабардин О.Ф. Физика: Справ. материалы: Учеб. пособие для учащихся. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1991. – 367 с.: ил.
- 5) <https://phscs.ru/physics1/surface>
- 6) <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D1%82%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5>

## Исследование мостовой схемы Уитстона для определения неэлектрических величин и применение результатов в медицинских целях

**Автор:**

ХОРОШИЛОВ Владимир Дмитриевич, МАОУ «МЛ № 148 г. Челябинск», класс 9

**Научный руководитель:**

АМАНОВА Ляля Мугалимовна, кандидат пед. наук, учитель физики МАОУ «МЛ №148 г. Челябинск»

**Цель** нашего исследования заключается в изучении возможности применения тензодатчиков в мостовой схеме электронных весов для контроля массы тела, взвешиваемого в режиме реального времени.

### Задачи исследования:

- 1) Изучить научную и научно – популярную литературу по теме исследования; обсудить вопросы с квалифицированными диетологами для максимально точного создания рекомендаций и графиков по контролю за массой тела.
- 2) Использовать результаты авторской научно-исследовательской работы «Исследование мостовой схемы Уитстона для определения неэлектрических величин», опубликованной в журнале «Национальное достояние» № 2(3), июль 2020 г. для создания электронных весов на тензодатчиках.
- 3) Рассчитать технические характеристики электронных настольных весов на базе мостовой схемы Уитстона.
- 4) Создать приложение для телефона на основе Bluetooth с целью вывода показаний измерений, графиков и рекомендаций по набору/сбросу веса на экран телефона.

В работе рассмотрена возможность применения мостовой схемы Уитстона для создания измерительных приборов по определению неэлектрических величин путём замены нескольких резисторов тензодатчиками, меняющими свои электрические характеристики под неэлектрическим воздействием. Результаты теоретического анализа позволили построить электрическую схему и собрать электронные весы.

Для контроля массы тела в режиме реального времени, первоначальный вариант платы был усовершенствован, была создана программа для смартфонов на операционной системе Android.

Приложение имеет простой и понятный интерфейс, а также способно показывать результаты последнего измерения, график набора/сброса массы и рекомендации, отталкивающиеся от результатов измерения массы и графика зависимости набора/сброса массы тела от времени в промежутке от недели до года.

**Практическая значимость** исследования заключается в следующем:

- 1) Создана рабочая мостовая схема тензодатчиков и описана система их работы.
- 2) Собран и откалиброван образец электронных весов.
- 3) Изучены возможности применения мостовой схемы Уитстона в медицинских целях для контроля массы тела.
- 4) Создано приложение для телефона, принимающее показания с весов по Bluetooth и показывающее последнее значение измеренной массы, график зависимости набора/сброса массы тела от времени и рекомендации по расчету килокалорий для правильного сброса лишнего веса.

**Актуальность работы** заключается в следующем: В наше время, в век компьютеризации и робототехники очень много людей страдают от гиподинамии, в результате чего появляется лишний вес, нарушается обмен веществ, который может привести к различным серьезным заболеваниям, например таким как: ожирение, которое приводит к проблемам с поджелудочной железой, к проблемам с коленными суставами, появляется варикозное расширение вен нижних конечностей, возникают сердечно-сосудистые заболевания из-за нехватки кардио нагрузки. Кроме того, вес человека является отличным показателем его здоровья, однако люди редко обращают внимание на изменение



веса, в то время как наши весы способны показывать динамику изменения веса и выводить различные рекомендации, которые напрямую зависят от веса человека, динамики веса и целей самого человека.

**Итоги исследования:**

На основании проведенного мной исследования, можно сделать следующие выводы: Применение мостовой схемы Уитстона для точного нахождения неэлектрической величины возможно в медицинских целях, если вместо нескольких резисторов использовать датчики неэлектрической величины, которые меняют свои показания под неэлектрическим воздействием. В нашей работе были применены тензометрические датчики, которые меняют свои характеристики под воздействием веса. В итоге мы создали «умные» электронные настольные весы с высокой точностью измерения массы тел на базе мостовой схемы и приложение на телефон, написанное на языке программирования C Sharp (Код, для микроконтроллера написал на языке программирования C++), которые могут помочь в наборе/сбросе веса и предотвратить серьезные заболевания на ранних стадиях.

Перспективы дальнейшего исследования проблемы мы видим в более подробном изучении возможностей применения мостовых схем и физики в принципе в медицинских целях.

Работа рассматривает лишь один из аспектов проблемы. Исследования в этом направлении могут быть продолжены. Это могло бы быть не только применение мостовой схемы для отслеживания веса, но и другие измерительные приборы, которые совместно с хорошо проработанной программой будут способны помогать людям в повседневной жизни, помогать людям следить за их здоровьем, про которое к сожалению вспоминают слишком поздно.

## Разработка абсорбционно-флуоресцентного анализатора биологической ткани

Автор:	ЧЕБРОВА Мария Сергеевна, ученица 11 класса ГБОУ «Инженерная школа»
Научный руководитель:	КРАВЧЕНКО Виталий Витальевич, к. т. н. в области квантовой физики, член-корреспондент Крымской Академии наук, Старший научный сотрудник ФГБУН «НИИСХ Крыма»
Научный консультант:	ГАПОНОВ Владимир Васильевич, хирург-проктолог, доктор медицинских наук

В процессе выполнения хирургических операций по удалению опухолей онкологического характера хирургам крайне важно получать оперативную информацию о плотности удаляемых тканей для корректировки своих действий в зависимости от полученного значения плотности: чем выше плотность, тем более обширной должна быть такая операция. Визуально определить качество поражённой болезнью ткани, особенно на первых этапах болезни, невозможно, а результаты гистологических исследований образцов удалённой ткани предоставляются специалистам только через несколько дней после проведенной операции.

**Целью** данной теоретической работы является обоснование возможности создания абсорбционно-флуоресцентного анализатора образцов удалённой при операции биологической ткани при измерениях непосредственно в операционном зале. Время одного измерения должно составлять не более 2 минуты, погрешность измерений не должна превышать 2-3% по сравнению с данными гистологических исследований.

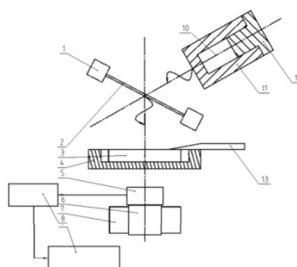
**Актуальность** данной темы заключается в необходимости внедрения в медицину приборов, способных в наиболее короткий срок определить стадию развития онкологического заболевания пациента. Данная информация необходима хирургу для дальнейшего принятия решений в ходе операции. АФАТ в качестве определителя химического состава биологических тканей может быть внедрен в научные группы, работающие над исследованием злокачественных образований.

Для достижения цели работы были поставлены следующие **задачи**:

- 1) Спроектировать схему конструкции абсорбционно-флуоресцентного анализатора тканей (далее АФАТ).
- 2) Обосновать принцип работы АФАТ посредством физических закономерностей.
- 3) Рассмотреть возможности использования АФАТ в целях измерения плотности биологической пробы и определения ее химического состава.
- 4) Основываясь на теоретических расчётах, создать пригодную для быстрого использования на практике таблицу соответствия значений количества гамма-квантов на «выходе» после прохождения биологической ткани плотности пробы, а также стадии развития онкологического заболевания.

АФАТ – компактная установка, предназначенная для использования непосредственно в операционном зале, состоящая из следующих структурных элементов (рис.1):

- 1) источник первичного гамма-излучения (рентгеновская трубка с источником питания);
- 2) обойма с мишенями (металлическая фольга);
- 3) механическая часть для монтажа источника и формирования пробы нужной толщины;
- 4) блок детектирования гамма-квантов;
- 5) электронная часть для выделения электрических импульсов нужной амплитуды спектрометром и обработки информации, накопленной в счётчиках, по заданному алгоритму, вытекающему из основной рабочей формулы.



1-держатель обоймы мишеней из металлической фольги;  
 2-мишень;  
 3-проба биологической ткани;  
 4-держатель пробы;  
 5- Спектрометр на основе кристалла;  
 6-Протонный пропорциональный счетчик;  
 8-усилитель импульсного сигнала детектора с амплитудой, пропорциональной энергии  
 гамма-кванта, попавшего в чувствительную область детектора;  
 9-1024-канальный амплитудный дискриминатор импульсов детектора;  
 10-источник гамма-квантов энергией 20 кэВ- рентгеновская трубка;  
 11-фокусирующее устройство потока гамма-квантов из нержавеющей стали 12Х18Н10Т;  
 12-кристалл;  
 13-формиратель пробы.

Рис. 1 – схема АФАТ

Основной закономерностью квантовой механики для выполнения исследований является зависимость степени поглощения биологической тканью монохроматического луча гамма-квантов с невысоким значением энергии, составляющим от 5 до 17 кэВ, при котором лёгкий образец толщиной 3 мм будет интенсивно поглощать гамма-кванты.

Закономерность поглощения выражается формулой экспоненциальной зависимости частоты гамма-квантов после прохождения сквозь образец

$$N = N_0 e^{-\mu \rho d},$$

где  $\mu$  — массовый коэффициент ослабления [ $\text{см}^2/\text{г}$ ],  $d$  — толщина образца [ $\text{см}$ ],  $\rho$  — плотность ткани [ $\text{г}/\text{см}^3$ ],  $N$  — количество флуоресцентных гамма-квантов после прохождения исследуемого образца;  $N_0$  — количество флуоресцентных гамма-квантов до прохождения исследуемого образца

Уменьшение частоты гамма-квантов после прохождения луча сквозь образец (их количество, зарегистрированное блоком детектирования за время экспозиции), происходит за счёт поглощения связанными электронами при фотоэффекте и рассеяния на свободных электронах.

Фотоэлектрический (рентгено-флуоресцентный) эффект происходит при поглощении низкоэнергетического гамма-кванта одним из связанных электронов К- или L-оболочки атома, после чего этот электрон покидает свою оболочку, а на образовавшуюся вакансию переходит электрон из более отдалённой оболочки, излучая, при этом, излишек энергии в виде уже своего, характеристического, или флуоресцентного, гамма-кванта со строго определённой энергией, зависящей от типа атома.

В данном случае, в биологической пробе находятся, в основном, кислород, кальций, углерод и некоторые другие лёгкие элементы, входящие в состав дезоксирибонуклеиновой кислоты, являющейся основой клетки живого организма, и все они активно участвуют в фотоэлектрическом процессе.

И в том, и в другом случае необходимо генерировать монохроматическое гамма-излучение определённой низкой энергии, зависящей от атомов мишени, на которую поступает поток первичных гамма-квантов. В качестве мишеней может быть применена фольга из железа, меди и некоторых других металлов. Тип мишени определяется в процессе экспериментов по критерию достижения максимальной чувствительности для данного типа биологической пробы, например, для пробы ткани толстого кишечника.

Таким образом, в данной работе полностью обоснована возможность создания АФАТ.

#### Источники информации:

- 1) «Физико-математические свойства тканей человеческого организма, при моделировании в программном комплексе ANSYS»/ *Пронжевич С.А., Орловская А.А., Томило Е.В.*
- 2) Методические указания «Рентгеноспектральный микроанализ на спектрометрах с волновой дисперсией»/ *Трофимов А.Н./ ФТИ им. Иоффе РАН, 2011г.*
- 3) «Аналитическая химия. Проблемы и подходы» в двух томах/ редакторы: *Р. Кельнер, М. Отто и др./ под редакцией академика Ю.А. Золотова, 2004 г.*

- 4) Рентгеноспектральный справочник/ *М.А. Блохин, И.Г. Швейцер*/ под редакцией физико-математической литературы, 1982г.
- 5) Сборник задач «Физика рентгеновского излучения»/ *Г.В. Павлинский*/ ГОУ ИГУ, 2003г.
- 6) «Динамическая дифракция рентгеновских лучей в сверхрешетках»/ *А. А. Дышеков, Ю. П. Хапачев*/ ИМФ (институт металлофизики им. *Г. В. Курдюмова* НАН Украина), 2001г.
- 7) Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ: Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета/ *Е.Н. Дулов, Н.Г. Ивойлов*. – Казань: Издательство Казанского государственного университета, 2008.
- 8) ТРУДЫ МФТИ. 2020. Том 12, № 2/ «Миниатюрные рентгеновские трубки с автоэлектронным катодом из углеродных материалов»/ *Ч. М. Аунг, Е. П. Шешин и др.*

# Бизнес-инновации и менеджмент

## Бизнес-план по созданию многофункциональной аптечки

Автор:

БЕРИНЦЕВ Вячеслав Сергеевич, г. Тюмень, МАОУ Гимназия № 16, 9ж класс.

Научный руководитель:

КОСТЫЛЕВА Екатерина Сергеевна, учитель физики Гимназии № 16

В период пандемии коронавируса особенно важно, чтобы необходимые препараты находились рядом в нужный момент. Не принятая вовремя таблетка может негативно повлиять на состояние человека, а иногда и привести к критическим ситуациям. В связи с этим возникла идея создания многофункциональной аптечки, которая будет являться не только местом для компактного хранения таблеток, но и поможет человеку вовремя принимать их.

**Целью** проекта является разработка бизнес-модели создания и реализации многофункциональной аптечки.

В рамках проекта предполагается решение следующих **задач**:

- 1) проведение анализа рынка реализации аптечек
- 2) разработка модели аптечки на платформе ARDUINO UNO
- 3) демонстрация модели
- 4) обозначение основных конкурентных преимуществ аптечки
- 5) разработка маркетингового
- 6) производственного и финансового планов реализации товара

**Научная новизна** проекта заключается в том, что предлагается бизнес-идея создания нового товара - аптечки с расширенным функционалом, учитывающим потребности людей.

**Практическая значимость** обоснована многофункциональностью аптечки и удобством ее использования в повседневной жизни.

**Анализ рынка** товаров-конкурентов был проведен на основе данных о предложениях аптечек, размещенных в открытом доступе в сети «Интернет», а также в крупных аптечных сетях г. Тюмени. Товары-конкуренты («умные аптечки») в сети «Интернет» имеют одну основную функциональную характеристику: звуковое уведомление о времени приема лекарств. В аптечных сетях представлены однотипные единичные модели таблетниц, что говорит о низком уровне конкуренции на данном рынке.

**Целевой аудиторией** при продаже многофункциональных аптечек являются люди, имеющие какие-либо заболевания; потребители, принимающие препараты по часам (например, спортсмены); люди, часто выезжающие в командировки, на отдых, на дачу и в другие поездки; домохозяйки, предпочитающие компактные методы хранения лекарств.



Создаваемая модель мобильной аптечки имеет три основные функции:

- 1) Световое напоминание о времени приема таблеток.
- 2) Звуковое уведомление о времени приема лекарств.
- 3) Вывод названий таблеток, находящихся в ячейках, на экран (при использовании аптечки для поездок или хранения таблеток).

Для разработки модели были закуплены необходимые комплектующие (таблетница, Arduino UNO, светодиоды, датчики времени, звука, дисплей, энкодер и др.). Сборка модели осуществлялась на базе «Фаб.Лаб» Тюменского государственного университета в несколько этапов: сборка временной модели на макетной плате, построение схемы подключения, подготовка постоянной платы и перенос на нее разработанной схемы, подключение к плате всех комплектующих, написание программных кодов, разработка и вырезка корпуса аптечки и окончательный сбор модели аптечки.

Модель многофункциональной аптечки представлена на фото:



Рис.1



Рис.2

Основными **конкурентными преимуществами** аптечки, отличающими ее от товаров-конкурентов, являются подача светового сигнала (помимо звукового) и вывод названий препаратов на экран.

Разработанную модель аптечки далее можно **совершенствовать**, например, установить клавиатуру, с помощью которой можно будет изменять названия препаратов и сроки их годности; установить защитные механизмы, запрещающие детям бесконтрольный доступ к лекарствам и т. д. В дальнейшем планируется производство таблетницы и корпуса аптечки с использованием 3D принтера.

Маркетинговый план предусматривает постепенное увеличение объема продаж: во 2-й год реализации на 5% в месяц, в 3-й год — на 10% в квартал, стоимость аптечки с учетом цен конкурентов и себестоимости товара планируется на уровне 1270 руб./шт. В производственном плане описаны все организационные мероприятия, необходимые для начала производства товара (регистрация юр. лица, аренда помещения, наем персонала, приобретение оборудования и расходных материалов, регистрация готового изделия). С учетом прогнозируемой выручки и затрат на реализацию товара в рамках финансового плана рассчитана потенциальная прибыль от продажи аптечки. Положительное значение чистого дисконтированного дохода указывает на то, что проект является доходным и его следует реализовывать. Срок окупаемости данного проекта составляет порядка 1,5 года.

**Список источников:**

- 1) Справочная «Фрамленд», электронный ресурс, режим доступа: [Ссылка](#)
- 2) Данные «Аптеки от склада», электронный ресурс, режим доступа: [Ссылка](#)
- 3) Алиэкспесс, электронный ресурс, режим доступа: [Ссылка](#)
- 4) Озон, электронный ресурс, режим доступа [Ссылка](#)
- 5) Школа для электриков, электронный ресурс, режим доступа: [Ссылка](#)
- 6) Экономическая комиссия, электронный ресурс, режим доступа: [Ссылка](#)
- 7) Регистрация медицинского оборудования, электронный ресурс, режим доступа: [Ссылка](#)

## Разработка прибора для чистки самокатов

<b>Автор:</b>	ВОРОБЬЕВ Игорь, ГБОУ «Лицей №1568» г. Москва, 10 класс физико-химического профиля
<b>Научный руководитель:</b>	КАДЫКОВА Наталья Валентиновна, Методист ЦПМ; Богодухова Марина Геннадиевна, учитель физики высшей квалификационной категории
<b>Научный консультант:</b>	ДМИТРИЕВА Ольга Александровна, учитель предмета проект и биологии высшей квалификационной категории

**Цель работы:** Помочь пользователям самокатов устранять грязь и влагу со своего оборудования. Для этого создать устройство для очистки самокатов от свежей грязи и воды.

### Задачи:

- 1) Определить этапы чистки.
- 2) Спроектировать устройство.
- 3) Подумать безопасность использования
- 4) Создать модель для тестирования
- 5) Провести тестирования
- 6) Собрать устройство
- 7) Провести полевые испытания

Вслед за машинами каршеринга на улицах города, прокатом велосипедов у парков, появились самокаты на прокат. Да и на личных многие стали передвигаться. Конечно, их удобство очевидно. Ведь с самокатом можно спуститься в метро, войти в магазин. Но как это сделать? Грязь и вода стекает, а то брызгает! Ты можешь создать неудобства для других пассажиров или посетителей. В плохую погоду тебя просто не пустит охрана.

Возникла идея создать устройство для чистки самокатов. Устройство представляет из себя короб, сделанный из оргстекла. В него вмонтированы 2 боковые щетки и одна центральная. Боковые щетки находятся друг напротив друга в дополнительных боковых отсеках на пружинах и с передачей на моторы. Чистка от грязи осуществляется с помощью боковых щеток.

Согласно проведенным маркетинговым исследованиям была выявлена актуальность создания устройства «Чистка самокатов». В процессе работы разработана конструкция, выбраны материалы, подобраны элементы управления, рассчитана стоимость. Устройство оказалось функциональным и удобным в использовании. Осталось продемонстрировать его в работе. Также хотелось бы отметить, что «Чистка самокатов» имеет возможность развития – оно может быть улучшено, дополнено полезными функциями и имеет потенциал более широкого распространения (метро, торговые центры, жилые дома, стоянки каршеринга самокатов и т.п.).

### Источники информации:

- 1) FUSION 360 / разработчик: Autodesk. - Электронная программа: электронная.
- 2) Курс по работе с программой AUTODESK FUSION 360 от АУР ЛИОП. – Режим доступа: [Ссылка](#)

## Гидроаккумулятор для возобновляемых источников электроэнергии

Автор:

ЖИКЛЕНКОВ Артем Дмитриевич, МАОУ «Лицей» г. Реутов, 10 класс инженерного профиля

Научный руководитель:

КЛЕНОВ Иван Леонидович, инженер-программист АО «ВПК «НПО машиностроения»

**Цель работы:** разработка и конструирование макета устройства, способного аккумулировать излишки энергии, вырабатываемой альтернативными источниками, посредством накопления определенного объема воды в специальном резервуаре и в необходимый момент времени преобразовывать механическую энергию падающей воды в электрическую энергию.

**Задачи:**

- 1) Исследование методов аккумулирования электроэнергии.
- 2) Выделение эффективного, экологически чистого способа аккумулирования электроэнергии (гидроаккумулятора) на основе исследований.
- 3) Сравнение гидроаккумулятора с обычными аккумуляторами.
- 4) Проектирование и сборка демонстрационной модели гидроаккумулятора.

**Научная новизна** работы заключается в построении системы экологически чистой выработки и хранения электроэнергии. В качестве устройства выработки могут использоваться солнечные панели или ветряки, а в качестве аккумулятора – гидроаккумулятор.

**Практическая ценность** - на сегодняшний день в мире достаточно успешно реализуются проекты по выработке электроэнергии. К таковым можно отнести хорошо себя зарекомендовавшие ТЭЦ, ГЭС, вызывающие бурные споры у экологов АЭС, развивающиеся семимильными шагами станции на основе возобновляемых источников электроэнергии (солнце, ветер, морские приливы/отливы и т.п.), электрическая энергия стала товаром повседневного спроса.

Но накопление электроэнергии в приемлемых масштабах, с эффективной стоимостью и минимальным ущербом для экологии планеты, процесс сложный и до конца не реализованный. Практической реализации данной задачи посвящена данная работа.

**Описание работы**

В процессе выполнения работы:

- проработана теоретическая часть работы, исследованы методы промышленного аккумулирования электроэнергии, отражены преимущества и недостатки каждого, описан принцип работы гидроаккумулятора;
- разработана структурная схема Э1 и спецификация макета;
- разработана схемы электрическая принципиальная Э3 платы управления и перечень элементов к ней ПЭЗ;
- разработан алгоритм управления системой «гидроаккумулятор»;
- разработано программное обеспечение для Arduino UNO;
- собран макет энергосистемы «гидроаккумулятор».

**Итоги исследования:**

- 1) В работе рассмотрен способ построения энергосистемы с возможностью реализации экологически чистой выработки и хранения электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии.
- 2) Проведены теоретические исследования и обоснования данной возможности и представлен практический способ реализации идеи на уровне упрощенного, уменьшенного макета системы.
- 3) Полученные результаты исследований и моделирования позволяют рекомендовать использования данной системы для организации энергоснабжения в удаленных городках и поселках, где нет централизованной системы энергоснабжения.



## АтомГО (AtomGO). Делай свое будущее сейчас

**Автор:**

**ЗАБУДЬКО Юрий Константинович**, Камчатский край, город Петропавловск-Камчатский, СП №33 с углубленным изучением отдельных предметов.

**Научный руководитель:**

**КОРОТКОВ Анатолий Викторович**, Старший преподаватель кафедры «Инновационная фармацевтика», МФТИ, Основатель компании «ТехАудит» - научный руководитель.

### Краткое описание

Данная работа посвящена проекту AtomGO, цель которого - помочь школьникам и студентам решить вопрос профориентации или найти для себя перспективное и интересное направление для учебы и развития. Автор придумал идею проекта и реализовал ее в виде прибыльного устойчивого бизнеса со следующими параметрами:

- Разработан сервис, который помогает школьникам старших классов за 2-3 месяца найти направление профессионального развития, которое им продолжает нравиться минимум в течение следующих 6 месяцев интенсивного обучения и работы по данному направлению.
  - Запущена минимально-жизнеспособная версия продукта.
  - Подтверждена гипотеза ценности:
    - \* 32 школьника заплатили за сервис, воспользовались им, получили результат в виде выбора направления своего профессионального развития и остались довольны.
    - \* конверсия в повторную покупку - 52%
  - Собрана команда проекта (3 человека в роли основной команды, включая автора, и еще 10 человек на частичной занятости)
  - За время запуска сервиса было проверено 62 гипотезы.
  - Средний чек: 4890 руб/мес
  - Среднее время пользования сервисом = 7-9 часов в неделю в течение 4 месяцев.
  - LTV: 4890 руб/мес \* 4 месяца = 19 560 руб
  - NPS: 56%
- Создано сообщество “AtomCommunity” численностью 502 активных участника, которые используют бесплатный функционал AtomGO.
- Есть договоренность о партнерстве с: OpenLand, TechAudit, Sber и региональные подразделения детских технопарков “Кванториум”.
- Ведутся переговоры с бизнес-ангелом о продаже 6% за \$150.000, а оценка стартапа \$2.500.000.

### Структура работы

- 1) Цель
- 2) Задачи
- 3) Актуальность
  - ) Контекст
  - ) Поиск решения проблемы для себя
  - ) Проверка актуальности проблемы среди ближнего окружения автора
- 4) Методология
- 5) Результаты работы
  - ) Проверка гипотезы ценности решения с помощью создания MVP
  - ) Анализ целевой аудитории
  - ) Проверка бизнес-гипотез
- 6) Выводы, заключение

**Цель**

Исследовать процесс выбора направления профессионального развития у современных школьников старших классов и студентов с целью разработки эффективного способа решения данной задачи и разработки прибыльного и масштабируемого способа его коммерциализации.

**Задачи**

- 1) Проанализировать актуальность задачи профориентации для школьников старших классов
- 2) Найти решение задачи профориентации для себя и описать способ, который позволил найти решение
- 3) Проверить актуальность проблемы среди ближнего окружения
- 4) Проверить гипотезу ценности найденного для себя решения с помощью создания MVP
- 5) Проанализировать целевую аудиторию
- 6) Сформулировать и проверить бизнес-гипотезы для создания прибыльной и масштабируемой бизнес-модели на базе найденного решения
- 7) Сформулировать список бизнес-гипотез для дальнейшей проверки

**Актуальность**

Задача профориентации на данный момент в РФ является одной из актуальных задач в сфере школьного образования.

- Сегодня появляется большое количество различных новых профессий, но школьные предметы остаются прежними. Старые профессии постепенно исчезают, но направления обучения в университетах по ним остаются.
- Поступив в вуз через год-два часто приходит понимание, что не нравится ни специальность, ни вуз, ни сам процесс обучения. Но есть лишь 3 варианта что-то изменить:
  - дотянуть до диплома и потом переучиваться или работать не по специальности (перевестись внутри университета или в другой университет на бесплатное направление почти невозможно)
  - бросить вуз и пытаться устроиться на работу (при этом молодые люди еще могут попасть в армию)

Все это делает кризис самоопределения настолько болезненным для студентов 2-3 курса и вопрос выбора направления обучения актуальным для школьников старших классов.

**Выводы, заключение.**

В результате исследования процесса выбора направления профессионального развития у современных школьников старших классов и студентов были получены результаты:

- 1) Выявлена высокая актуальность задачи профориентации
- 2) Был найден подход, который позволяет эффективно решать данную задачу - с необходимым уровнем качества за приемлемое время и деньги
- 3) На основе найденного подхода была разработана бизнес-модель, которая позволяет решать данную задачу и зарабатывать на этом

**Источники информации:**

- 1) “Спроси маму. Как общаться с клиентами и подтвердить правоту своей бизнес-идеи, если все кругом врут?” (*Фитцпатрик Роб*).
- 2) <https://trec.hse.ru> - Траектории в образовании и профессии
- 3) *Ries E.* The lean startup: How today’s entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses. – Crown Books, 2011.
- 4) *Бланк С., Дорф Б.* Стартап: Настольная книга основателя. – Альпина Паблишер, 2013.
- 5) *Зобнина М. Р.* Стартап-гайд: Как начать и... не закрыть свой интернет-бизнес. – Альпина Паблишер, 2014.
- 6) *Остервальдер А.* Разработка ценностных предложений: Как создавать товары и услуги, которые захотят купить потребители. – Альпина Паблишер, 2015.
- 7) *Остервальдер А., Пинье И.* Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора. – Альпина Паблишер, 2012.



- 8) Видео-курс ФРИИ Интернет-предпринимательство
- 9) Курс от Нетологии Групп - Диджитал Долина



## Сравнение современных методов аккумуляции электрической энергии

Автор:

ИЛЮШКИН Егор Юрьевич, Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение городского округа Тольятти «Лицей №51»

Научный руководитель:

НИКИФОРОВА Наталья Владиленовна, учитель физики МБУ «Лицей №51» г. Тольятти

**Цель:** определить наиболее эффективные виды энергонакопителей

**Задачи:**

- 1) Выбрать несколько наиболее широко распространённых или же активно развивающихся энергонакопителей;
- 2) Найти исследования, посвящённые выбранным энергонакопителям;
- 3) Найти экономические проекты использования выбранных энергонакопителей;
- 4) Используя данные исследований, экономических проектов и прочих источников, собрать информацию о характеристиках энергонакопителей;
- 5) Оценить каждый из выбранных энергонакопителей на основании характеристик существующих проектов;
- 6) Сравнить энергонакопители;
- 7) Определить наилучшие виды.

**Сбор информации**

В рамках исследования мне потребовалось собрать информацию о следующих характеристиках различных энергонакопителей:

- 1) Энергетическая эффективность (КПД) энергонакопителей
- 2) Вместимость энергонакопителей
- 3) Электрическая мощность энергонакопителей
- 4) Стоимость строительства энергонакопителей
- 5) Продолжительность строительства энергонакопителей

**Анализ информации**

Энергетическая эффективность (КПД) в большинстве случаев уже рассчитана и мне необходимо только привести её сравнение для исследуемых проектов.

Экономическую эффективность проектов я оцениваю сам. Для данной оценки я предлагаю использовать такой показатель как количество денежных средств, затраченных на хранение единицы энергии. Единица измерения: \$/Дж. Чем данный показатель ниже, тем выше экономическая эффективность проекта. Показатель я рассчитываю по следующей формуле:

$$ff = \frac{sum}{\Delta W}$$

где  $ff$  – экономическая эффективность проекта (\$/Дж);  $sum$  – стоимость реализации проекта (\$),  $\Delta W$  – вместимость проектного энергонакопителя (Дж).

Я могу непосредственно сравнивать эти две численные характеристики для разных видов энергонакопителей. Оставшиеся характеристики и прочую информацию об исследуемых энергонакопителях я буду использовать для качественного сравнения и определения их области применения.

**Актуальность работы.**

Новизна моего исследования заключается в том, что разрозненные данные будут собраны в одной работе и сравнительно проанализированы. Моя методика анализа данных может отличаться от других методик, а значит может дать новый взгляд на решение данной проблемы. Помимо того, данная тема слабо изучена русскоязычными авторами.

Определение наиболее эффективного энергонакопителя важно для дальнейшего развития энергосистем во всём мире.



## Итоги исследования.

Я составил сравнительную таблицу, в которой я привёл разные виды энергонакопителей. (Таблица 1)

Вид энергонакопителей	Наилучший КПД, %	Наилучшее экономическое значение эффективности, \$/Дж	Диапазон генерируемой мощности, Вт	Диапазон вместимости, Дж	Диапазон стоимости, \$	Диапазон длительности строительства
Гидроаккумулирующие электростанции	79	5,77*10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>9</sup>	до 10 <sup>11</sup>	10 <sup>8</sup> - 10 <sup>9</sup>	5-10 лет
Энергонакопители, использующие потенциальную энергию <b>гравитации</b> башен	86	1,04*10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>10</sup>	до 10 <sup>7</sup>	до 1 года
Термальные энергонакопители	41	1,238*10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>12</sup>	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>	2-4 года
Энергонакопители, использующие энергию сжатого воздуха	56	6,79*10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>10</sup>	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>	2-6 лет
Энергонакопители, использующие суперконденсаторы	97	1,11*10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>7</sup>	до 10 <sup>10</sup>	10 <sup>6</sup> - 10 <sup>7</sup>	до 6 месяцев
Энергонакопители, использующие химическое топливо	44	1,91*10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>11</sup>	до 10 <sup>7</sup>	до 1 года
Литий-ионные аккумуляторные батареи	90	8,3*10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>11</sup>	до 10 <sup>8</sup>	2-12 месяцев
Натрий-серные аккумуляторные батареи	95	1,6*10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>11</sup>	до 10 <sup>7</sup>	10 месяцев - 2 года

Таблица 1.

По результатам сравнения:

Самыми экономически эффективными энергонакопителями являются **энергонакопители, использующие энергию сжатого воздуха**, однако они требуют специфических природных условий, что делает их негибкими и неподходящими к использованию в большинстве случаев.

Наилучшее сочетание экономической эффективности и гибкости показывают **гидроаккумулирующие электростанции и литий-ионные аккумуляторные батареи**. И если для использования технологии гидроаккумуляции всё же требуется наличие водных ресурсов (которые присутствуют во многих регионах), то литий-ионные батареи могут быть установлены в любом месте планеты без оглядки на наличие определённых условий (в холодных регионах их эффективность незначительно снизится). Также важно, что скорость установки литий-ионных аккумуляторов очень высока.

## Источники информации:

Общие источники

- 1) Robert A. Huggins, «Energy Storage»
- 2) «Википедия»
  - ) Статья «Energy storage» ([Ссылка](#))
  - ) Статья «List of energy storage projects» ([Ссылка](#))
- 3) BP Statistical Review of World Energy, 2019 ([Ссылка](#))

Источники по проектам энергонакопителей

Bath County Pumped Storage Station

- 1) «Википедия», статья «Bath County Pumped Storage Station» ([Ссылка](#))
- 2) Некоммерческий локальный сайт, посвящённый Вирджинии ([Ссылка](#))
- 3) Официальный сайт владельца гидроэлектростанции ([Ссылка](#))

Tianhuangping Pumped Storage Power Station

- 1) «Википедия», статья «Tianhuangping Pumped Storage Power Station» ([Ссылка](#))
- 2) Документ Китайского национального комитета по крупным плотинам ([Ссылка](#))

Vianden Pumped Storage Plant

- 1) «Википедия», статья «Vianden Pumped Storage Plant» ([Ссылка](#))
- 2) «Econstog» (сервер публикаций для научной экономической литературы), статья «Prospects for pumped-hydro storage in Germany» ([Ссылка](#))
- 3) Документ Международного банка Реконструкции и Развития ([Ссылка](#))

Energy Vault

- 1) Официальный сайт проекта ([Ссылка](#))
- 2) «Quartz» (англоязычная международная новостная организация), статья «Stacking concrete blocks is a surprisingly efficient way to store energy» ([Ссылка](#))

#### ARES

- 1) Официальный план развития проекта ([Ссылка](#))
- 2) «Energy matters» (интернет-издание, посвящённое проблемам энергетики), Статья «Is ARES the solution to the energy storage problem?» ([Ссылка](#))

#### Sink Float Solutions

- 1) Официальный сайт проекта ([Ссылка](#))
- 2) «Engibex» (бельгийская высокотехнологичная инженерная консалтинговая компания), отчёт ([Ссылка](#))

#### Huntorf CAES Plant

- 1) Emanuele Bozzolani, «Techno-economic analysis of Compressed Air Energy Storage systems» (Университет Крэнфилда) ([Ссылка](#))
- 2) Fritz Crotogino, «Huntorf CAES: More than 20 Years of Successful Operation» ([Ссылка](#))
- 3) ResearchGate (европейская коммерческая социальная сеть для ученых и исследователей), публикация пользователя Ivan Arsie ([Ссылка](#))
- 4) Jinyue Yan, Handbook of Clean Energy Systems ([Ссылка](#))
- 5) Andrei G. Ter-Gazarian, Energy Storage for Power Systems ([Ссылка](#))

#### McIntosh CAES Plant

- 1) ResearchGate (европейская коммерческая социальная сеть для ученых и исследователей), публикация пользователя Ivan Arsie ([Ссылка](#))
- 2) Jinyue Yan, Handbook of Clean Energy Systems ([Ссылка](#))
- 3) Обзор, выполненный компаниями Energy Storage and Power Corporation (ESPC) и Towngas International Company LTD ([Ссылка](#))

#### Advanced Underground CAES Demonstration Project

- 1) Калифорнийская энергетическая комиссия, доклад по проекту: «Technical Feasibility of Compressed Air Energy Storage Using a Porous Rock Reservoir» ([Ссылка](#))
- 2) ARRA Energy Storage Demonstrations ([Ссылка](#))
- 3) SmartGrid.gov (сайт правительства США, посвящённый концептам развития электроэнергетики), статья о проекте ([Ссылка](#))

#### Andasol Solar Power Station

- 1) «Википедия», статья «Andasol Solar Power Station» ([Ссылка](#))
- 2) Сайт министерства энергетики США, посвящённый солнечной энергетике, статья о проекте ([Ссылка](#))
- 3) «Solar Millenium» (Немецкая глобальная компания в секторе возобновляемых источников энергии), доклад ([Ссылка](#))

#### Solana Generating Station

- 1) «Википедия», статья «Andasol Solar Power Station» ([Ссылка](#))
- 2) Сайт компании-владельца проекта, статья о проекте ([Ссылка](#))
- 3) Официальный сайт министерства энергетики США, статья о проекте ([Ссылка](#))
- 4) Сайт министерства энергетики США, посвящённый солнечной энергетике, статья о проекте ([Ссылка](#))

#### Khi Solar One

- 1) «Википедия», статья «Khi Solar One» ([Ссылка](#))
- 2) Сайт министерства энергетики США, статья о проекте ([Ссылка](#))
- 3) Официальный обзор и экономический анализ проекта ([Ссылка](#))



4) «New Energy Update» (интернет-издание, посвящённое энергетике), статья о проекте ([Ссылка](#))  
NRStor Minto Flywheel Facility

- 1) Информационные буклеты компании-строителя (NRStor) ([Ссылка 1](#)), ([Ссылка 2](#))
- 2) Информационный буклет компании-инвестора (Temporal Power) ([Ссылка](#))
- 3) Официальный сайт компании-строителя ([Ссылка](#))

Beacon Energy Storage Plants in Stephentown & Hazle Township

- 1) Информационные буклеты компании-строителя (Beacon Power) ([Ссылка](#))
- 2) Официальный сайт «Sandia» (Национальные лаборатории, управляемые и управляемые компанией National Technology and Engineering Solutions Sandia, являются одной из трех научно-исследовательских лабораторий Национальной администрации по ядерной безопасности в США) ([Ссылка](#))
- 3) Официальный сайт компании-строителя ([Ссылка](#))
- 4) ResearchGate (европейская коммерческая социальная сеть для ученых и исследователей), публикация пользователя Bert Droste-Franke ([Ссылка](#))

INGRID

- 1) Сайт «Fuel Cell Today» (организация, которая проводит анализ сферы хранения энергии) ([Ссылка](#))
- 2) Обзор «Hydrogenics» (компания, которая является мировым лидером в проектировании, производстве, строительстве и установке промышленных и коммерческих систем для выработки водорода) ([Ссылка](#))

E.ON Power-to-Gas energy storage

- 1) «Renewable Energy Focus» (интернет-издание, посвящённое чистой энергетике), статья о проекте ([Ссылка](#))
- 2) Официальный сайт компании-строителя ([Ссылка](#))

Tehachapi Energy Storage Project

- 1) «Википедия», статья «Tehachapi Energy Storage Project» ([Ссылка](#))
- 2) «Business Roundtable» (Некоммерческая ассоциация, членами которой являются главные исполнительные директора крупнейших компаний США), отчёт о проектах ([Ссылка](#))
- 3) Официальный сайт компании-строителя Edison ([Ссылка](#))
- 4) Отчёт компании-строителя Edison ([Ссылка](#))
- 5) Официальный сайт министерства энергетики США ([Ссылка](#))

Hornsdale Power Reserve (Tesla Big Battery)

- 1) «Википедия», статья «Hornsdale Power Reserve» ([Ссылка](#))
- 2) Официальный сайт проекта ([Ссылка](#))
- 3) «Renewable Energy World» (интернет-издание, посвящённое чистой энергетике), статья о проекте ([Ссылка](#))
- 4) «The Conversation» (сеть некоммерческих СМИ, которые публикуют новости, написанные учеными и исследователями), статья о проекте ([Ссылка](#))
- 5) «RenewEconomy» (австралийское интернет-издание, посвящённое чистой энергетике), статья о проекте ([Ссылка](#))

Hyundai & Korea Zinc energy storage system

- 1) «Climate Action» (интернет-издание, посвящённое изменениям климата), статья о проекте ([Ссылка](#))



- 2) «Eco Watch» (сайт, посвящённый экологии), статья о проекте ([Ссылка](#))

#### Yerba Buena Battery Energy Storage System Pilot Project

- 1) «The Mercury News» (утренняя ежедневная газета, публикуемая в Сан-Хосе, Калифорния), статья о проекте ([Ссылка](#))
- 2) «Utility Dive» (новостной интернет-ресурс, посвящённый энергетике), статья о проекте ([Ссылка](#))
- 3) «Energy Storage Journal» (англоязычное издание, посвящённое рынку хранения энергии), статья о проекте ([Ссылка](#))

#### BC Hydro Battery Energy Storage Project

- 1) Отчёт компании-строителя ([Ссылка](#))
- 2) «Kootenay Business» (канадское деловое интернет-издание) ([Ссылка](#))

#### Presidio Battery Energy Storage System

- 1) Доклад министерства энергетики США ([Ссылка](#))
- 2) «Edison Electric Institute» (EEI) (ассоциация, представляющая все электрокомпании США) ([Ссылка](#))

## Использование нейронных сетей для решения социально-значимых проблем

**Автор:**

КРАМИН Карим Тимурович, МАОУ «Лицей №131» г. Казани Республики Татарстан, 9 класс

**Научный руководитель:**

КРАМИН Тимур Владимирович, кандидат физ.-мат. наук, доктор экономических наук, директор НИИ проблем социально-экономического развития Казанского инновационного университета, профессор.

**Цель работы:** обоснование эффективности использования нейронных сетей и их применение для решения социально-экологических проблем.

**Задачи:**

- 1) Характеристика работы нейронных сетей на примере идентификации цифр на изображении.
- 2) Обучение искусственных нейронных сетей на платформе Google «Teachable Machine».
- 3) Рассмотрение актуальных примеров применения нейронных сетей и разработка механизма реализации социально-значимого проекта при использовании обучаемых нейронных сетей.

**Научная новизна:** в работе предложен механизм создания и внедрения технологии нейронных сетей для решения проблемы мониторинга состояния мусорных площадок. Кроме того, предложенный алгоритм позволяет решить проблему несанкционированного загрязнения окружающей среды предметами личной гигиены (медицинскими масками, перчатками).

**Практическая значимость.** В проектно-исследовательской работе было рассмотрено использование искусственных нейронных сетей в совокупности с инновационными технологиями для решения общественно значимых задач – решение проблемы несанкционированного загрязнения окружающей среды мусором и предметами личной гигиены.

**Описание работы.**

Исследовательская работа обосновывает эффективность применения искусственных нейронных сетей в окружающем нас мире. В то же время важной частью работы является решение актуальной социально-экономической проблемы в экологической сфере, важной не только для России, но и для многих других стран. Для достижения указанной цели даётся краткая характеристика функционирования нейронных сетей, моделирования математических алгоритмов, работающих по принципам нервных клеток живых организмов.

В работе предложен механизм создания и внедрения технологии нейронных сетей для решения проблемы мониторинга состояния мусорных площадок. Кроме того, предложенный алгоритм позволяет решить проблему несанкционированного загрязнения окружающей среды предметами личной гигиены (медицинскими масками, перчатками).

**Итоги исследования:** В рамках исследовательской работы предложен механизм решения проблемы мониторинга состояния мусорных площадок города. Суть проекта заключается в оперативном (регулярном) отслеживании ситуации на мусорных площадках, и своевременной сигнализации о наличии проблем.

В качестве инструмента мониторинга предложено использовать квадрокоптер, оснащенный профессиональной камерой, или стационарные видекамеры на мусорных площадках. Для реализации проекта в части распознавания изображений собрано более 6000 фотографий мусорных площадок с изображениями разных классов. Каждая фотография помещена в свой класс для обучения нейронной сети. Используются следующие четыре класса для классификации полученных фотографий:

- 1) Мусорная площадка чистая, мусорные контейнеры не переполнены.
- 2) На мусорной площадке много мусора, мусорные контейнеры не переполнены.
- 3) Мусорная площадка чистая, мусорные контейнеры переполнены.
- 4) На мусорной площадке много мусора, мусорные контейнеры переполнены.



Для каждого из вышеуказанных классов формируется соответствующий сигнал, указания и рекомендации. Например, для первого класса фотографий сигнал не предусмотрен. Следствием отнесения фотографии ко второму классу будет привлечение к ответственности управляющей компании. Третий и четвертый классы – обращение в организацию, ответственную за уборку мусора, выяснение обстоятельств с соответствующими последствиями. Произведено обучение нейронной сети распознавать классы фотографий мусорных площадок на платформе Google Teachable Machine.

Кроме того, в рамках проекта предложено организовать систему мониторинга утилизации использованных предметов личной гигиены и обеспечения безопасности – перчаток, масок, халатов в местах их потенциального массового использования – например, в медицинских учреждениях, на крупных предприятиях, работающих в период соблюдения мер защиты для большого количества людей. В этом случае квадрокоптер является незаменимым средством обеспечения мониторинга, так как маску и перчатки могут бросить не только в районе мусорной площадки, но и просто на дороге. Обучение нейронной сети распознавать наличие такого мусора произведено аналогично тому как это было сделано для мониторинга мусорных площадок.

#### **Источники информации:**

- 1) *Каллан Р.* Основные концепции нейронных сетей — М.: Вильямс, 2001. — 288 с.
- 2) *Круглов В.В., Борисов В. В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика. — М.: Горячая линия - Телеком, 2001. — 382 с. — ISBN 5-93517-031-0.
- 3) *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации. Перевод *И. Д. Рудинского*. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 344 с. — ISBN 5-279-02567
- 4) *Савельев А.В.* На пути к общей теории нейросетей. К вопросу о сложности // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. — 2006. — № 4—5. — С. 4—14.

## Онлайн платформа JET

<b>Авторы:</b>	МАРФИЦИН Никита Алексеевич, МЕШКОВ Глеб Дмитриевич ГБОУ Школа № 2107 г. Москва, 10Б класс IT-профиля
<b>Научный руководитель:</b>	ЧУЙКО Роман Андреевич, учитель информатики ГБОУ Школа № 2107 г., преподаватель Московской школы программистов
<b>Научный руководитель:</b>	ГРУНИН Игорь Юрьевич, член-корреспондент Академии проблем качества, педагог-организатор ГБОУ Школа № 2107
<b>Научный консультант:</b>	БАЛАНОВСКИЙ Владимир Леонидович, Заместитель заведующего кафедрой ИПСС МИИТ

**Цель работы:** Целью нашего проекта является создание полноценно работающего приложения. Jet будет представлять собой платформу с удобным и понятным интерфейсом для поиска интересных пользователю заведений, ресторанов, баров и ивентов. Jet будет решать проблему людей с поиском досуга. Аудитория – молодые активные люди и владельцы заведений и мероприятий [1].

### Задачи:

- 1) Провести анализ потребителей, есть ли у них потребность в нашем приложении. Выявить наиболее заинтересованных покупателей и определить аудиторию пользователей;
- 2) Составить карту эмпатии владельца места (мероприятия) и составить карту эмпатии юзера;
- 3) Провести опросы среди потенциальных юзеров и владельцев. Проанализировать результаты;
- 4) Сделать дорожную карту разработки приложения;
- 5) Создать ознакомительный видеоролик и протестировать его на фокус-группах. Обработать результаты;
- 6) Разработать MVP 2, бета-версию приложения, без полноценной версии нейросети. Провести тестирование MVP 2. Обработать результаты;
- 7) Провести Расчет затрат на техническую реализацию [2];
- 8) Произвести выбор способа продвижения товара/услуги;
- 9) Выполнить Моделирование Unit-экономики проекта: затрат, доходной части;
- 10) Выполнить анализ конкурентной среды (составление карты позиционирования, многоугольника конкурентоспособности, сравнительной таблицы).

**Объект исследования** – рынок электронных услуг по поиску развлечений.

**Предметом исследования** данной работы являются электронные ресурсы, связанные с поиском развлечений и мест проведения досуга, в первую очередь: клубы, кафе, бары, рестораны.

**Научная новизна** работы отличается новаторством в подходе к постановке исследовательских задач, позволяющим детально рассмотреть проблематику вопросов, определить конъюктуру рынка, оперативно вносить изменения в общее направление исследований.

**Практическая значимость.** Практическая значимость работы очевидна. Во-первых, сама задача является практико-ориентированной. Во-вторых, создание нового ресурса, поискового характера, позволяющего экономить время на поиск, очевидно имеет практическую значимость.

**Методы, используемые при подготовке работы:** изучение сведений об объекте исследования из технической литературы, справочников, статей и журналов; поиск информации в Интернете; анкетирование; классификация; сравнение; наблюдение за объектом исследования; анализ полученных данных; систематизация и обобщение полученных результатов.

### Описание работы.

Основное содержание работы – создание полноценно работающего поискового приложения JET, представляющего собой платформу с удобным и понятным интерфейсом для поиска интересных пользователю досуговых мероприятий и заведений. JET рассчитано на молодых активных людей и владельцев заведений и мероприятий широкого развлекательного спектра.

### В процессе работы:

- проведен анализ потребности покупателей в нашем приложении, выявлены наиболее заинтересованные категории и определена аудитория пользователей;
- составлены карты эмпатии владельца места (мероприятия) и юзера;
- проведены опросы среди потенциальных юзеров и владельцев. Результаты проанализированы отдельно для каждой категории;
- разработана MVP 2, бета-версии приложения, без полноценной версии нейросети. Бета-версия подготовлена для проверки спроса на товар;
- проведен расчет затрат на техническую реализацию;
- произведен выбор способа продвижения товара/услуги для определения расходов на привлечение клиента;
- выполнено моделирование Unit-экономики проекта: постоянных и переменных затрат, доходной части;
- проведен анализ конкурентной среды: определены основные игроки на рынке, проведен анализ конкурентов (составлены карты позиционирования, многоугольник конкурентоспособности, сравнительные таблицы);



Рисунок 1. Этапы разработки приложения JET



Рисунок 2. Карта позиционирования проекта

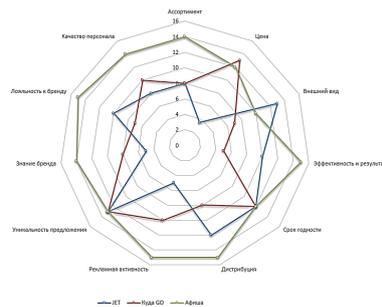


Рисунок 3. Многоугольник конкурентоспособности

### Итоги исследования:

В результате выполнения работ по созданию поискового приложения JET, для поиска интересных пользователю досуговых мероприятий и заведений, были проведены аналитические исследования предметно области, разработаны финансовые и организационно-технические планы. Проведено моделирование Unit-экономики проекта, проведен анализ конкурентной среды: определены основные игроки на рынке, проведен анализ конкурентов. Разработана MVP 2, бета-версии приложения, без полноценной версии нейросети. Бета-версия подготовлена для проверки спроса на товар.

На данном этапе планируется проведение тестирования бета-версии приложения и анализ результатов тестирования.

### Источники информации:

- 1) *Зайцев Д.* Топ-5 проблем, которые тормозят сферу общественного питания в России [Электронный ресурс]//vc.ru: электронный ресурс – 2018. – [Ссылка](#)
- 2) *Бурчаков А.* «Формат сервиса по продвижению событий оказался в кризис самым выигрышным» [Электронный ресурс]//vc.ru: электронное медиа – 2016. – [Ссылка](#)
- 3) *Зозуля А.* Разработка приложения как Tinder [Электронный ресурс]//stfalcon: электронное медиа – 2021. – [Ссылка](#)
- 4) Официальный сайт “Афиша” [Электронный ресурс]//Афиша.ру: электронное медиа – 2021. – [Ссылка](#)
- 5) Официальный сайт “KudaGo” [Электронный ресурс]//KudaGo: электронное медиа – 2021. – [Ссылка](#)
- 6) Официальный сайт “Яндекс.Афиша” [Электронный ресурс]//Яндекс.Афиша: электронное медиа – 2021. – [Ссылка](#)
- 7) Официальный сайт “Смородина” [Электронный ресурс]//Смородина: электронное медиа – 2021. – [Ссылка](#)
- 8) Официальный сайт “Хорошо там” [Электронный ресурс]//Хорошо там: электронное медиа – 2021. – [Ссылка](#)

## Модернизация пассажирского вагона

Автор:

МИХЕЕВА Оксана Эльчиновна, 9 класс, Лицей №36 ОАО «РЖД», г. Иркутск

Научный руководитель:

ГЕНИЕВСКАЯ Марина Владимировна, учитель технологии Лицея №36 ОАО «РЖД»

**Актуальность работы:** Основным в работе проводника пассажирских вагонов является обслуживание пассажиров. Проводник является представителем железнодорожного транспорта, который непосредственно соприкасается с пассажирами и обеспечивает их право совершать поездку с необходимым уровнем удобств и услуг, а также отвечает за их безопасность. Кроме того, проводник работает с техническими устройствами вагона: отоплением, вентиляцией, водоснабжением, электроснабжением. Его безопасность очень важна.

**Цель проекта:** Разработать способ снижения рисков возможного травмирования проводников, при исполнении их должностных обязанностей.

### Задачи:

- 1) Изучить должностные обязанности проводника и его рабочее место
- 2) Изучить проблему безопасности проводника
- 3) Разработать дополнительное устройство для улучшения угла обзора перрона; смоделировать приспособление
- 4) Разработать буклет

**Научная новизна:** Разработано новое устройство для обеспечения безопасности сотрудника железной дороги.

**Практическая значимость:** Железнодорожный транспорт - вид наземного транспорта, перевозка грузов и пассажиров на котором осуществляется колесными транспортными средствами по рельсовым путям. Основной вид транспорта в Российской Федерации – железнодорожный. Железные дороги имеют чрезвычайно важное государственное, экономическое, социальное и оборонное значение. От них требуется своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей населения.

**Описание работы:** Передо мной стояла цель обеспечения безопасности проводника при отправлении поезда со станции. Для достижения своей цели я, прежде всего, изучила должностные обязанности проводника и его рабочее место. Далее я провела опрос и, исходя из него, выявила проблему безопасности. Заключительным этапом стала разработка дополнительного устройства для улучшения угла обзора перрона и моделирование приспособления.

### Итоги исследования:

- 1) Изучены основные обязанности проводника
- 2) Проведён опрос среди проводников
- 3) Выявлена проблема безопасности при выполнении должностных обязанностей
- 4) Разработано дополнительное устройство для улучшения угла обзора перрона

### Источники информации:

- 1) Профессия проводник поезда: Сайт – [Ссылка](#) (Дата обращения 01.12.2020). – Текст: электронный
- 2) Обязанности проводника пассажирского вагона в Российских поездах: Сайт – [Ссылка](#) (Дата обращения 03.12.2020). - Текст: электронный
- 3) Должностная инструкция проводника пассажирского вагона: Сайт – [Ссылка](#)(Дата обращения 03.12.2020). – Текст: электронный
- 4) Требования безопасности: Сайт – [Ссылка](#) (Дата обращения 05.12.2020). – Текст: электронный



## Новая технология утилизации жидких отходов алюминиевого производства с получением товарной продукции - сульфата натрия

Автор:	БАРЫШНИКОВ Егор Денисович, МБОУ «Лицей №2» г. Братск Иркутской области, 11 класс физико-математического профиля;
Научный руководитель:	СОРОКИН Артём Георгиевич, член Всероссийской Ассоциации политических наук; учитель географии и биологии высшей квалификационной категории МБОУ «Лицей №2» г. Братск Иркутской области
Научный руководитель:	ФИЛИЧЕВА Ирина Викторовна, учитель физики высшей квалификационной категории МБОУ «Лицей №2» г. Братск Иркутской области
Научный консультант:	ГАВРИЛЕНКО Людмила Владимировна, кандидат технических наук; ведущий технолог ПАО «Русал-Братск»

**Цель работы:** найти способ получения полезных ресурсов из жидких производственных отходов.

### Задачи:

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Выявить особенности организации обращения с отходами на предприятии.
- 3) Выявить особенности химических соединений, перешедших из газовой фазы в жидкую.
- 4) Изучить процесс образования солей из насыщенных растворов газоочистки.
- 5) На основании лабораторных исследований получить опытную партию пробы для проведения эксперимента.
- 6) Определить качественный состав полученного материала.
- 7) Подобрать оптимальные параметры процесса кристаллизации материала из насыщенных растворов газоочистки.
- 8) Выполнить сравнительный анализ искусственного и природного материала.
- 9) Определить возможность применения полученного продукта в качестве сырья для целлюлозно-бумажной промышленности, заменив свежее сырье.
- 10) Подготовить заключение по технологии кристаллизации сульфата натрия из растворов газоочистки и применения его в качестве сырья в ОАО «ИЛИМ-ПАЛП».
- 11) Подготовить расчёт экономической эффективности проекта.

**Научная новизна** данной работы отличается новаторством в исследуемой тематике, так как выведение серы и ее соединений из электролизных газов является актуальной проблемой для алюминиевых заводов, работающих по технологии Содерберга, и применяющих анодную массу с высоким содержанием серы. Высокое содержание серы в растворе позволило провести испытания по ее извлечению и переводу в товарный продукт - сульфат натрия.

Разработана новая технология кристаллизации сульфата натрия из растворов газоочистки с применением наружного воздуха в холодный период года (в Сибири 7 месяцев температура воздуха от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-45^{\circ}\text{C}$ ). Полученное вторичное сырье имеет высокое качество, а именно: содержание  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  до 98% против 90% в свежем сырье.

**Практическая значимость.** В проектно-исследовательской работе проведена практическая разработка методов формирования попутной продукции в производстве алюминия, отличающаяся тем, что основным ее объектом является насыщенный раствор газоочистки, содержащий химические соединения:  $\text{NaF}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . По результатам проведенных исследований предложен процесс получения попутной продукции путем кристаллизации сульфата натрия, который образуется при

взаимодействии окислов серы в газовой фазе с содовым раствором в системе газоочистки. Способ кристаллизации сульфата натрия из растворов газоочистки позволит исключить накопление жидкой фазы на шламовом поле, сэкономить соду кальцинированную и получить товарный продукт – сульфат натрия, который можно использовать в целлюлозно-бумажной, химической и в текстильной промышленности, в цветной металлургии, в производстве стекла, в строительной отрасли и др.

Данная технология получения сульфата натрия позволит получить вторичное сырье, что позволит снизить экологическую нагрузку, и прекратить поставки свежего сырья-сульфата натрия в город, а также, повысить технико-экономические показатели алюминиевого производства.

**Описание работы.** Основное содержание работы – исследование мероприятий по подавлению вредных воздействий на окружающую среду, позволяющих снизить давление на экологию за счет уменьшения выхода производственных отходов на действующем металлургическом предприятии, попутно сократить расход материальных ресурсов в других отраслях.

Комплексное использование сырья служит основой комбинирования предприятий. При этом возникают новые производства, перерабатывающие отходы основного предприятия, что дает высокий экономический эффект и является важнейшим элементом народного хозяйства.

Работа проводилась на действующем металлургическом предприятии:

- проведены лабораторные испытания при получении сульфата натрия из технологических растворов газоочистки,
- представлены бланки химических анализов и учёт химизма процесса;
- для анализа технических решений выбраны разработанные варианты схем вывода сульфата с технологией выделения сульфата натрия при охлаждении растворов,
- представлена аппаратно-технологическая схема;
- проведён расчет воздуха для переохлаждения раствора;
- представлена экономическая эффективность проекта (срок окупаемости 1,3 месяца).

**Итоги исследования:** На сегодняшний день, по результатам проведённой работы, на Братском алюминиевом заводе выпущена первая производственная опытная партия сульфата натрия из вторичного сырья. Новая технология получения товарной продукции из техногенных отходов алюминиевого производства может использоваться в алюминиевой промышленности для улучшения экологической обстановки в стране.

#### Источники информации:

- 1) *Ржечицкий Э. П.* Новые направления и перспективы утилизации фтористых и серных соединений на алюминиевых заводах. / Техничко-экономический вестник «Русского Алюминия». № 1, 2002 г. с 50 – 52.
- 2) *Моисеев. В.Н., Кошкин И.М., Гавриленко Л.В., Фефелов Ю.Н.*/Патент РФ 2064891. Способ выделения сульфата натрия из растворов газоочистки электролитического производства алюминия. / Зарегистрировано в Гос. реестре изобр. 10.08.1996 г.
- 3) *Баранцев А.Г., Гавриленко Л.В., Чупров В.В.* /Патент РФ 2215689. Способ кристаллизации сульфата натрия из растворов газоочистки электролитического производства алюминия/ Зарегистрировано в Гос. реестре изобр. 30.07.2001 г.

#### Приложение №1: Бланк химического анализа

№ пробы	Наименование материал	Определяемые компоненты			
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaF	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	и/ост
15.11.2019	Сульфат натрия раствора				
1	молочного	8,9	ост	90,4	0,33
2	осветленного	4,7	ост	94,4	0,24
3	осветленного	3,2	ост	96,4	Нет пробы

Таблица 1

#### Примечание:

- 1) реактив сульфат натрия после выдержки при температуре 800°С остался без изменения, при температуре 884°С расплавился

Температура 884°С - это температура плавления сульфата натрия (справочник).

- 2) анализируемые пробы при температуре 800°C частично спеклись, а при температуре 884°C пробы расплавились.
- 3) нерастворимый остаток представляет собой порошок чёрного цвета.

Дата поступления	Номер пробы	Наименование материала	Определяемые компоненты				
			Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	C	и/ост	NaF
18.11.2019		Сульфат натрия, осветлённый раствор, отмытый водой комнатной температур.	98,6	1,0	0,1	0,2	отс.

Таблица 2

**Приложение №2: Принципиальная технологическая схема вывода сульфата натрия с получением товарного продукта**

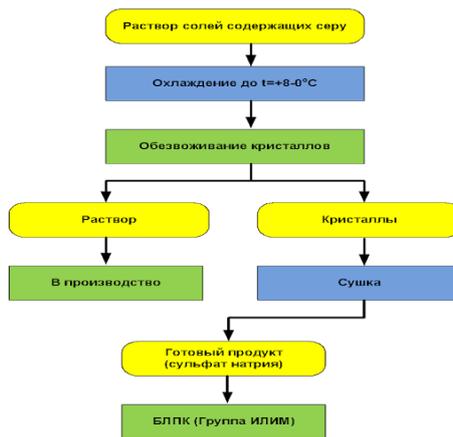


Рисунок 1

**Примечание.** По существующей технологической схеме раствор сбрасывается на шламовое поле.

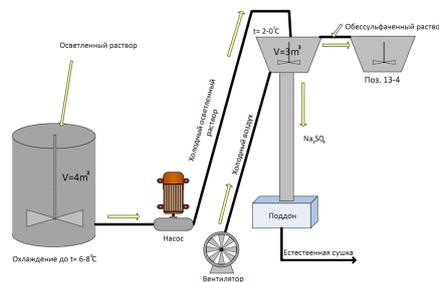


Рисунок 2

**Приложение №3. Экономическая эффективность проекта**

**Период окупаемости**

Период окупаемости проекта показывает за какой срок предприятию возвратятся денежные средства, вложенные во внедрение нового технологического процесса.

Период окупаемости определяем по формуле:  $T=K/\Pi$ , где  $T$  – период окупаемости, год;  $K$  – инвестиции на основные фонды и их внедрение, тыс.руб.;  $\Pi$  – прибыль за счет реализации готовой продукции, тыс.руб.

$T=20048.114/163043.326= 0.13$  года или 1.3 месяца

Наименование статьи	Ед.	Результат внедрения
Выпуск сульфата натрия	т/год	12307
Экономия соды кальцинированной	т/год	8056
Снижение потерь криолита	т/год	894
Цена 1т соды кальцинированной	руб./т	15647
Цена 1т вторичного криолита	руб./т	30000
Себестоимость сульфата натрия	руб./т	5620.34
Цена 1т сульфата натрия	руб./т	13000 (информ. в Петербурге)
Срок окупаемости	год	0.13
Прибыль после 1 года внедрения	тыс. руб./год	163043.326

Таблица 3

Таким образом, данные расчеты доказали экономическую эффективность внедрения производства сульфата натрия без учета экологических платежей.

#### Приложение №4. Расчет воздуха для переохлаждения раствора

В процессе расчета установлено, что расход воздуха растет по полиномиальной зависимости от потока раствора, поступающего на вымораживание (охлаждение с последующей кристаллизацией). При потоке  $18 \text{ м}^3/\text{ч}$  суммарный расход воздуха на охлаждение составит  $80,4 \text{ тыс. нм}^3/$ , а при увеличении исходного потока раствора до  $22 \text{ м}^3/\text{ч}$  –  $130,4 \text{ тыс. нм}^3/\text{ч}$ .

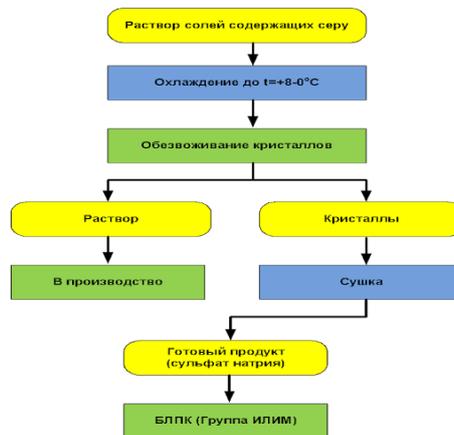


Рисунок 1. Поток раствора на кристаллизацию  $\text{м}^3/\text{ч}$

## Разработка лабораторного комплекса для ранней диагностики заболеваний миокарда

Автор:

СЕМЕНОВ Илья Александрович, Физтех-лицей им. П.Л. Капицы

Научный руководитель:

АРУТЮНОВ Юрий Артемович

**Актуальность.** В настоящее время, несмотря на прогресс в развитии кардиологии и кардиологической техники, проблема ранней диагностики сердечных болезней по-прежнему актуальна. Новые возможности диагностики сердечных заболеваний открывает метод магнитокардиографии, позволяющий более точно локализовать область поражения миокарда. Несколько лет назад было совершено открытие о том, что миокард имеет структуру листа Мебиуса. Это открытие дает возможность получить новые параметры миокарда, разработать классификацию патологий миокарда, используя новые представления о его анатомии. Новизна и отсутствие моделей, позволяющих проводить такие исследования, определяют актуальность настоящей работы.

Предлагается разработка и организация производства лабораторного комплекса, предназначенного для ранней диагностики сердечных патологий на основе новых представлений об анатомии миокарда. Лабораторный комплект позволяет рассмотреть процесс формирования магнитного поля миокардом, изучить особенности регистрации магнитного поля сердца и исследовать влияние патологий миокарда на изменение магнитного поля. Лабораторный комплект представляет собой комплект, предназначенный для проведения лабораторных работ по теме «Исследование магнитофизических характеристик миокарда», и состоящий из макета прибора-магнитокардиографа, морфологически и анатомически-подобных моделей миокарда человека (построенные на основе новых представлений об анатомии миокарда – топологии листа Мебиуса), методики измерений и обработки результатов исследования магнитофизических свойств миокарда.

Разработка методики измерений и обработки результатов исследования магнитофизических свойств миокарда является одним из самых сложных и ответственных этапов, поскольку в зависимости от правильности измерений и точности классификации магнитофизических свойств моделей миокарда зависит точность и своевременность ранней диагностики патологий миокарда человека.

**Цель работы:** исследовать магнитофизические свойства моделей миокарда на основе новых представлений о его анатомии в зависимости от расстояния между датчиком и моделью.

### Задачи работы:

- 1) Провести анализ литературы по теме исследования, существующих методов диагностики сердечных патологий.
- 2) Провести исследование магнитофизических свойств миокарда, используя изготовленные образцы анатомически-подобных моделей миокарда человека
- 3) Предложить собственную классификацию патологий миокарда на основе полученных измерений.

**Объект исследования:** ранняя диагностика сердечных патологий.

**Предмет исследования:** магнитофизические свойства миокарда на основе новых представлений о его анатомии.

**Методы:** эксперимент, моделирование, анализ, наблюдение, прототипирование.

**Новизна проекта и отличия от конкурентов.** Использованы принципиально новые подходы моделирования магнитофизических свойств миокарда на основе новых представлений о морфологии миокарда, способы диагностики патологий миокарда на основе собственной классификации патологий.

Результатом является серия лабораторного оборудования для ранней диагностики сердечных патологий на основе новых представлений об анатомии миокарда и метода магнитокардиографии, на примере уже готового единичного оборудования.



## Биотопливо – путь к очищению планеты

**Автор:**

ТУГАРИН Егор Романович, ученик 9 «А» класса МБОУ «Лицей № 2», г. Братск

**Научный руководитель:**

КУЧМЕНКО Наталья Александровна, заместитель директора по УВР, учитель английского языка

**Актуальность работы** обусловлена, с одной стороны тем, что посредством разработки нового, более выгодного и практичного способа утилизации и дальнейшей переработки отходов деревообработки будет решаться проблема загрязнения территории предприятия и городских земель, с другой стороны, продуктом такого способа переработки должно стать экологически чистое и возобновляемое биотопливо.

**Проблема:** наличие большого количества отходов при переработке древесины и сложности с их утилизацией.

**Гипотеза:** сегодня возможно создать материально и практически выгодный способ переработки древесных отходов в топливные гранулы, используемые как источник для получения дешевой тепловой энергии в котельных установках для обеспечения экологичного производственного цикла.

**Объект исследования:** технология производства древесных гранул для обеспечения утилизации отходов.

**Предметом исследования** данной работы является технологическая линия.

**Цель:** рассмотрение проекта внедрения технологии производства древесных пеллет в рамках действующего деревообрабатывающего предприятия.

**Задачи:**

- 1) На основе обзора теоретических источников выявить условия, в которых возможна переработка древесной стружки и опилок.
- 2) Определить вид изделий и материалов, получаемых в процессе переработки опилок, описать их назначение.
- 3) Детально рассмотреть технологию производства топливных гранул.
- 4) Изучить целесообразность внедрение технологии изготовления пеллет в рамках действующего деревообрабатывающего производства.

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования:**

- изучение сведений об объекте исследования из технической литературы, справочников, статей и журналов;
- поиск информации в интернете;
- сравнение;
- систематизация и обобщение полученных результатов.

Изучив ряд источников, мы сделали вывод о том, что с развитием технологий и рынка сбыта отходы стали сырьем для производства топливных гранул. Определено, что в процессе переработки опилок и щепы производятся топливные гранулы как источник экологически чистой тепловой энергии. Нами установлена принципиальная возможность переработки отходов в лесном производстве, а также наличие классической технологии, которую мы наблюдали на одном из предприятий нашего города. Сделали вывод о том, что качество итогового продукта зависит от подготовки сырья (опилки, стружка), оборудования.

Вместе с тем, по итогам проблемного интервью с руководителем производства, констатируем, что не каждое предприятие готово к массовому производству топлива, поскольку дополнительными условиями для его доходности являются: наличие свободной территории, квалифицированных кадров и незадействованных энерго мощностей.



**Итогом исследования** стало описание “безотходного” использования продукции деревообрабатывающего производства. Мы пришли к выводу, что комплексное использование сырья позволяет повысить рентабельность деревообрабатывающего производства в целом, обеспечить экологичность работы предприятия.

### Источники информации

- 1) *Мясников А А, Малевич Л.В., Киселев В Я, Юшков Н.Н.* ЭКОЛОГИЯ Г. БРАТСКА (ИР-КУТСКАЯ ОБЛАСТЬ) // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 3. – С. 73-75; URL: <http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=26276> (дата обращения: 27.12.2020).
- 2) *Скурихин Б.И., Карпачёв В.П.* Технология и оборудование лесопромышленных производств. Техника и технология лесосечных работ при заготовке сортиментов: Учебное пособие для студентов лесотехнических вузов, учащихся техникумов и колледжей специальности 260100. - 3-е изд., перераб. и доп. - Красноярск: СибГТУ, 2004.ч
- 3) Пеллетная лихорадка/*Ольга Куницкая*// Деревообработка Бизнес и Профессия. – 2018. - №4. – С.7-8.
- 4) Переработка отходов лесопромышленного комплекса, как точка роста производства/*Михаил Бабушкин*//ЛеспромИнформ. – 2020. – №2. – С.118-120.
- 5) Курс на биоэнергетику/*Ольга Лисица*//Деревообработка Бизнес и Профессия. – 2017. - №1. – С.10-11.
- 6) *Терентьева Э. П., Удовенко Н. К., Павлова Е. А.* / Химия древесины, целлюлозы и синтетических полимеров: учебное пособие/ /СПбГТУРП. - СПб. - 2014. - Ч. 1. – С.53.
- 7) Производство на вырост/*Полина Метс*// Деревообработка Бизнес и Профессия. – 2019. - №4. – С.40-41.

# Нано-, био-, информационные и когнитивные науки и технологии

## Рациональное использование побочных продуктов агропромышленного комплекса в экологических целях

**Автор:**

АНДРИЯНЦЕВА Александра Павловна, гр. Н.6.2 детского технопарка «Кванториум», г. Липецк, ученица 11 класса МАОУ СОШ №29 «Университетская» г. Липецк

**Научный руководитель:**

АНДРИЯНЦЕВА Светлана Александровна, канд. техн. наук, доц., каф. химии ЛГТУ, педагог дополнительного образования, детского технопарка «Кванториум», г. Липецк

В настоящее время в целях рационального применения природных ресурсов все более актуальным становится вопрос комплексного их использования. Создание безотходных и малоотходных технологий, широкое использование при переработке растительного сырья вторичных ресурсов является одним из важнейших направлений повышения эффективности производства.

В мировой практике для обеспечения экологической безопасности широко применяются адсорбционные технологии. Из всех видов сорбентов только углеродные являются наиболее подходящими для использования в строительной отрасли. Они не вступают в химические взаимодействия с компонентами строительных материалов, имеют обширную сырьевую базу, идеально соответствуют широкой гамме опасных органических веществ, содержащихся в некоторых композиционных строительных материалах. Однако промышленные сорбенты имеют высокую стоимость.

Побочными продуктами растениеводства, из которых можно получать и углеродные сорбенты, и пектиновые вещества, являются подсолнечник, жом сахарной свёклы, яблочные очистки, плодовые косточки, шелуха злаковых и др.

В работе было проведено исследование комплексного использования побочных продуктов агропромышленного комплекса в экологических целях.

### В результате:

- Получены образцы пектиновых веществ из корзинок подсолнечника, яблочных очисток и жома сахарной свеклы, и разработана методика их получения, предложено применение полученных продуктов в качестве БАД на «вредных производствах»;
- Получены образцы углеродных сорбентов с помощью термохимической активации сырья, оптимизированы методики их получения и определены структурные и сорбционные характеристики;
- Предложено использование полученных сорбентов в доочистке природных вод, эффективность использования доказана показателем ХПК и сорбционной активностью по метиленовому голубому;



- Предложено использование отработанных сорбентов в качестве альтернативного топлива путём пиролиза.



## Изучение целлюлазной активности и биотестирование почв промышленных зон г.Сарапула

Автор:	БАЗИНА Ульяна Андреевна, учащаяся 10 «А» класса
Научный руководитель:	КАРГАПОЛЬЦЕВА И.А., преподаватель Центра одаренных детей «ТАУ»
Научный руководитель:	ЗАРИПОВА С.В., учитель биологии МБОУ «СОШ №2» г. Сарапула

С каждым годом количество вреда, наносимого человеком природе, увеличивается. Значимая часть загрязнений приходится и на почву. В связи с этим в декабре 2013 года Генеральная Ассамблея ООН провозгласила 5 декабря официальным Всемирным днем почв с целью агитации и снижения загрязняющих факторов на почву.

С почвой связано 99% всей биомассы Земли и более 92% известных генетически разных видов живых существ. Если же человечество заинтересовано в сохранении и преумножении количества видов живых существ, оно должно в первую очередь заботиться о сохранении почв. В городской среде при активном развитии промышленности почвы испытывают сильное воздействие. Возникает ситуация экологического риска. Почвенные микроорганизмы, особенно грибы, обладают активной целлюлазной активностью, благодаря которой происходит расщепление клетчатки. Биологическая активность почвы является хорошим показателем в мониторинге состояния городских почв.

**Цель:** изучение основных свойств и оценивание целлюлазной активности и фитотоксичности почв промышленных зон г.Сарапула

### Задачи:

- 1) Изучить литературу и систематизировать информацию;
- 2) Выявить гранулометрический (механический) состав почвы, её сложение, пористость, влажность;
- 3) Оценить целлюлазную активность почв промышленных зон г.Сарапула;
- 4) Оценить фитотоксичность почв;
- 5) Составить рекомендации по улучшению почв.

**Объекты исследования:** почва.

**Предмет исследования:** свойства почвы.

### Методы исследования:

- 1) Характеристика особенностей почв (сложение, пористость, влажность, наличие новообразований) органолептическим методом;
- 2) Определение механического состава почвы «методом Шнура»;
- 3) Определение целлюлазной активности методом закладки натуральной ткани под субстрат;
- 4) Определение фитотоксичности почв про помощи кресс-салата.

**Гипотеза работы:** на территории промышленных зон изменяются свойства почвы и снижается её целлюлазная активность.

**Значимость работы:** результаты работы могут быть использованы при разработке программы оздоровления почв.

Были выбраны 6 территорий промышленных зон и 2 контрольные точки.

### Целлюлазная активность:

Наименьшая интенсивность разложения относится к территории автозаправки «Лукойл», автострате и прилегающей к заводу «Электонд» территории. Это можно связать с тем, что на заправке



и автостраде накапливается большое количество выхлопных газов, а вблизи территории завода проводится промышленная деятельность (производство алюминиевых оксидно-электролитических, танталовых объёмно-пористых, танталовых и ниобиевых оксидно-полупроводниковых конденсаторов).

Другая ситуация с территорией ЭГЗ, целлюлазная активность которой относится к средней. На АО "СЭГЗ" внедрена и поддерживается в рабочем состоянии система экологического менеджмента, соответствующая требованиям ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Это помогает поддерживать экологическую обстановку в предельно допустимых нормах.

Также средняя целлюлазная активность на территории КХП. На данном предприятии не производится опасных для экологии операций, но из-за наличия автодрома у КХП, интенсивность разложения клетчатки не относится к сильной. Сильная целлюлазная активность на территории жилого дома и лесного массива, поскольку нет прямых источников загрязнения.

#### **Фитотоксичность:**

Фитотоксичность зависит от деятельности, производимой на исследуемой территории. Сильная фитотоксичность характерна для территории заправки «Лукойл. Среднее загрязнение на территории автострады и близ завода «Элеконд». Уменьшение показателя загрязнения наблюдается на ЭГЗ и КХП и практически отсутствует на территории жилого дома и в лесном массиве из-за отсутствия источников загрязнения.

В соответствии с национальным проектом «Экология» с 2019 по 2024 годы необходимо улучшить экологическую обстановку страны по различным аспектам, включая использование почвенных ресурсов. Данная исследовательская работа может стать основой для введения мер по охране почв г.Сарапула от загрязнения.

#### **Источники информации:**

- 1) География почв // *В.В. Добровольский* / - 1999.- Изд-во «Владос» - 42-83стр.
- 2) География почв с основами почвоведения // *В.П. Белобров, И.В. Замотаев, С.В. Овечкин* / - 2004. -Изд-во «Академия».
- 3) География Удмуртии // *Н.Т. Козлова* / 1999г., Ижевск.
- 4) География Удмуртской АССР. Учебное пособие для 7-8 классов // *С.И. Ширококов* / Ижевск, 1969 г - 111стр.
- 5) Зооинженерный факультет МСХА: неофициальный сайт, 2016г. – [Ссылка](#)
- 6) Краткая химическая энциклопедия // *И.Л.Кичуянец* / 1961-1967г. - 631стр.
- 7) МГСУ: официальный сайт, 2009г.- [Ссылка](#)
- 8) Микробиологическая оценка экологического состояния урбанизированных почв / *О.А. Кириенко, Е.Л. Имранова* // Экология урбанизированных территорий. - 2008. - № 4.
- 9) Минприроды Калининградской области: официальный сайт, 2017г. - [Ссылка](#)
- 10) Почвоведение. Лабораторный практикум // *И.А. Самофалова, Л.А. Михайлова* / 2006, Пермь - 7-14 стр.
- 11) Практикум по географии почв с основами почвоведения // *В.В. Добровольский* / - 1982. -Изд-во «Просвещение», №2 – 5-56 стр.
- 12) Практикум по почвоведению // *А. К. Серебряков, В. Ф. Вальков, В. Д. Иванов* / 2003, Краснодар - 59-75стр.
- 13) Природа Удмуртии // *Н.П.Дерюгина, Н.Я. Моргунова* / 1972, Ижевск.
- 14) Файловый архив студентов: 2019г. - [Ссылка](#)
- 15) ФС по мониторингу окружающей среды УР: официальный сайт, 2019г. - [Ссылка](#)
- 16) Школьный мир – учебный ресурс: 2014г. - [Ссылка](#)
- 17) Экология: справочник: 2018г. - [Ссылка](#)
- 18) Энциклопедия Кругосвет: офиц. сайт, 1997 г. - [Ссылка](#)

## Использование инструментальных методов для изучения поведения персидских ужей

Авторы:

БЛИЗНЮК Кристина, ЕНИКЕЕВА Елизавета, КОЖЕВНИКОВА Наталья, КОЖЕВНИКОВА Анастасия, ИСАЕВА Алиса, АНОО "Физтех-лицей" имени П.Л. Капицы

Научный руководитель:

ПЕТЕРСЕН Елена Владимировна, доцент департамента молекулярной и биологической физики МФТИ, к.м.н.

**Цель:** научиться использовать различные методы исследования (инструментальные и неинструментальные) для изучения поведения животных.

**Задачи:**

- 1) Изучить информацию о персидских ужах в природе;
- 2) Познакомиться с датчиками, контроллером Arduino и системой Интернет вещей;
- 3) Спроектировать и построить лабиринт. С помощью наставника установить датчики, запрограммировать контроллер Arduino и подключить всю систему к интернету через Shield;
- 4) Спланировать и провести эксперименты;
- 5) Проанализировать полученные данные и оформить в таблицы и графики;
- 6) Сделать выводы и проверить наши гипотезы

**Дневники наблюдений.**

Исследования проводимые исследователем ежедневно, в определенные промежутки времени. Данные заносятся в специальную табличку.

Преимуществом этого метода является то, что исследователь может отмечать разные особенности поведения, не только факт перемещения, например. В результате может обнаружить новые особенности в поведении. Недостатком является то, что наблюдать невозможно все время, плюс человеческий фактор - забыл, опоздал, не отметил наблюдение.

**Инструментальные методы.**

Для проведения нашего эксперимента мы использовали инструментальные методики. Что такое инструментальные методики? Это наблюдения с помощью чего-то кроме нас самих, с помощью разных инструментов. Инструменты - это любые приспособления для наблюдения, не являющиеся человеческими органами чувств.

Скрининговые – датчики движения позволяют проводить непрерывное наблюдение, особенно важно для ночных животных, не совпадающих по ритму с человеком. Для установки датчиков движения – необходимо создание специальной зоны – создали установку определенного дизайна.

Единичной фиксации – контрольные – камеры и термометр – можем проводить фиксацию того, что происходило в установке для объяснения поведения и т. д.

**Актуальность работы:** Изучение привычек поведения, повадок и видовых особенностей различных животных, растений или микроорганизмов является базовым этапом и в дальнейшем используется для создания биотехнологий, для генетически обусловленных аспектов исследуемого вида (изучает наука - этология), полученные знания позволяют вырабатывать и закреплять определенные полезные привычки (изучает наука - бихевиоризм). Важно понимать особенности поведения и потребности животного перед тем как пытаться содержать его в неволе



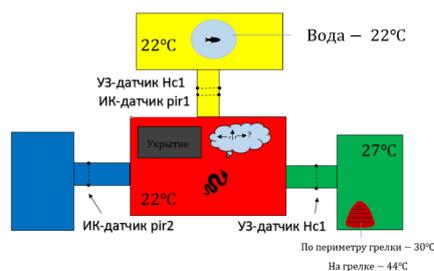


Рис. 1 Блок-схема установки



Рис. 2 Пример анализа данных полученных с установки

**Итоги исследования:** Мы сравнили два метода проведения исследования: метод наблюдения (дневник наблюдения) и инструментальный метод для построения закономерностей поведения персидских ужей. В результате ведения дневника наблюдений, мы сделали некоторые предположения о закономерностях поведения ужей. Когда мы сделали установку и поставили датчики, мы выяснили подтвердили гипотезу, что ужи более всего находятся в укрытии, нуждаются в воде, но опровергли, что им не важно тепло.

#### Источники информации:

- 1) Behavioral differences following ingestion of large meals and consequences for management of a harmful invasive snake: A field experiment *Shane R. Siers, Amy A. Yackel Adams, Robert N. Reed* *Ecol Evol.* 2018 Oct; 8(20): 10075–10093. Published online 2018 Sep 5. doi: 10.1002/ece3.4480
- 2) [https://ru.wikipedia.org/wiki/\\_](https://ru.wikipedia.org/wiki/_)
- 3) <https://animals.mom.com/long-wait-after-feed-snake-move-him-11570.html>
- 4) <https://sciencing.com/snake-hibernation-period-10057157.html>

## Берлинская лазурь - красивый пигмент и “умный катализатор”

Автор:

БОБРОВА Д.В., 1ГБОУ Школа №1575, 125319, г. Москва,  
ул. Усиевича, д.6,

Научный руководитель:

ЧОПОРОВА Ж.В.

Тема оказалась достаточно **актуальна**. Раньше берлинская лазурь использовалась как пигмент в живописи. Сейчас нано частицы берлинской лазури используются в качестве фильтра для очистки воды от радиоактивного цезия. Недавние открытия учёных МГУ показали, что эти наночастицы могут быть использованы в качестве аналогов биологических катализаторов ферментов. Достаточно много работ той же самой группы представлено в области создания электрокаталитических сенсорных систем по определению перекиси водорода как маркера свежести продуктов, напитков, для определения концентрации глюкозы в крови.

**Целью** данной работы является получение наночастиц берлинской лазури и исследования их свойств.

### Задачи проекта:

- 1) Получить золь наночастиц берлинской лазури
- 2) Выделить красящий синий пигмент, выполнить картину
- 3) Методом седиментации определить размер полученных частиц
- 4) Определить спектр поглощения нано частиц
- 5) Получить разнообразную цветовую гамму зольей гексацианоферратов
- 6) Изучить кинетику разложения перекиси водорода нано частицами берлинской лазури

Берлинская лазурь – это синий пигмент, смесь гексацианоферратов.

В процессе работы были получены наночастицы берлинской лазури в виде коллоидного раствора (гидрозоля). Для получения был применен синтез растворов гексацианоферрата калия и хлорида железа (III). Методом седиментации проведён анализ размера наночастицы, расчёт проведён по формуле Стокса. При помощи спектрофотометра подтверждён характерный спектр полученного раствора. Коллоидный раствор использован для каталитических экспериментов и получения пигмента для рисования художественных картин.

Методика каталитического эксперимента основана на законе сохранения массы вещества. Данная методика нам показалась проще в реализации в школьной лаборатории по сравнению с обычно используемым объеметрическим методом анализа.

Перекись водорода накапливается при некоторых заболеваниях в клетках организма и ведёт к разрушению мембраны клетки (окислительный стресс).

Наше исследование показало, что наночастицы могут быть успешно использованы также, как и фермент пероксидаза, что приведёт к их использованию в медицине. Такие наночастицы называются иногда нанозимами по аналогии с биологическими катализаторами - ферментами (энзимами).

### Заключение

- 1) Получен золь наночастиц берлинской лазури;
- 2) Выделен красящий пигмент, выполнен рисунок, выделены свойства пигмента: устойчивость, насыщенность цвета;
- 3) Методом седиментации определён размер наночастиц, он составил 200 нм;
- 4) С помощью спектрофотометра определён спектр поглощения;
- 5) Получена разнообразная цветовая гамма гексацианоферратов, которую можно использовать для струйной печати при использовании альтернативных катионов вместо железа (III);
- 6) Частицы нанесены на хлопчатобумажную ткань, что соответствует методике приготовления фильтров;



- 7) Исследована кинетика разложения перекиси водорода. Разложение перекиси водорода при использовании наночастиц берлинской лазури идёт интенсивнее, чем при использовании корня имбиря (фермент пероксидаза), что позволит использовать наночастицы берлинской лазури в медицине.

## Выделение новых антибактериальных соединений из бактериальных культур

**Авторы:**

БОБЫШЕВА Екатерина Сергеевна, МАОУ «Гимназия № 3»; СМИРНОВА Екатерина Константиновна, МБОУ г. Владимира "СОШ 21"; БУТЫРЕВ Владимир Алексеевич, МБОУ г. Владимира «СОШ 19»

**Научный руководитель:**

ЗАПРУДНОВА Елена Александровна, педагог доп. образования, ДТ «Кванториум-33»

**Цель:** выделение и поиск микроорганизмов, обладающих антибактериальными свойствами, и последующее выделение антибиотиков.

### Задачи:

- 1) Выбор среды обитания микроорганизмов.
- 2) Выбор микроорганизмов, для более успешного выделения антибактериальных соединений.
- 3) Выбор среды для посева нужных микроорганизмов.
- 4) Посев образцов.
- 5) Анализ микроорганизмов, выросших на среде.
- 6) Выделение микроорганизмов, обладающих антибактериальными свойствами, из среды с образцами.
- 7) Выделение антибиотиков из микроорганизмов.

Из-за повсеместного использования антибиотических препаратов патогенные бактерии начали обладать таким свойством, как антибиотикорезистентность.

Актиномицеты длительный период были основной исследуемой группой при поиске новых антибиотиков.

Актиномицеты длительный период были основной исследуемой группой при поиске новых антибиотиков, поэтому почти две трети уже открытых и используемых были выделены как раз из них.

Наиболее часто актиномицеты встречаются в таких типах почв, как: красная почва, органически богатая почва, ризосферная почва.

Большинство актиномицетов — нейтрофилы (оптимальные для роста значения pH 6-8).

Мы отобрали образцы почв из разных районов нашей области.

Почву, собранную в стерильные емкости, хранили согласно ГОСТ 17.4.3.01 от 2017, при температуре 4°C, без воздействия на нее источников света.

Донные отложения, так же собранные в стерильные емкости, хранили согласно ГОСТ 17.1.5.01-80, при температуре 2°C.

Для культивирования продуцентов антибиотиков из собранных образцов был выбран минеральный агар №1 Гаузе.

Посев образцов был совершен 17.12.2020, после чего все среды с образцами были поставлены в термостат при температуре в 38°C, так как актиномицеты - факультативные анаэробы, хорошо развиваются при температуре 25 – 30°C на плотных средах.

22.12.2020 был проведен осмотр сред, а также проверка на наличие бактериальной активности.



## «Perm bio sorb» Био-Нано-Сорбент для нефти и нефтепродуктов

<b>Автор:</b>	ВАРЛАШОВА Алена Александровна, Россия, Пермский край, г.Пермь, МАОУ «Фотоника» г. Перми, 6 класс, Кванториум Фотоника г. Перми
<b>Научный руководитель:</b>	КУЗЯКИН Дмитрий Валерьевич, педагог Кванториум Фотоника г. Перми, к.с.-х.н.
<b>Научный руководитель:</b>	ФРУНЗЕ Ольга Николаевна, педагог Кванториум Фотоника г. Перми, к.с.-х.н.

«Черное золото» или «черная смерть» - две роли нефти в жизни человека. Она широко используется для производства топлива, смазочных масел, пластиков. Но экологические проблемы возникают на всех этапах - добыча, транспортировка, переработка, конечный продукт. В результате нефтяных разливов погибают организмы, изменяется устойчивость водных и почвенных экосистем.

**Цель работы** – создать био-нано-сорбент на основе монтмориллонита для очистки почвы загрязнённой нефтью или нефтепродуктами.

**Объект исследования** – нефть.

**Задачи:** изучить свойства наноглины, установить влияние разлива нефти на рост и развитие черенков цветковых растений, оценить эффективность методов ликвидации разливов, проверить эффективности химической и биологической деградации нефти, проверить комплексное воздействие сорбента монтмориллонита и бактерий-нефтедеструкторов на нефтяной разлив.

Основными методами ликвидации разлива нефти являются: механический, физико-химический, термический, биологический. Какой же метод ликвидации нефтяных загрязнений наиболее эффективен? Мною был поставлен ряд опытов:

- 1) Проверка кислородного обмена при нефтяных разливах
- 2) Имитация разлива нефти, механический метод очистки
- 3) Термический метод очистки
- 4) Химическая деградация нефти. Эмульгация нефти растворами разных синтетических моющих средств
- 5) Биodeградация нефти

Наиболее эффективно использовать два метода последовательно - физико-химический и биологический. Правда, это будет время и ресурсозатратно. Так как сорбенты или захораниваются, или сжигаются. Поэтому мы предлагаем идею нового продукта на основе нано-глины монтмориллонита - Perm bio sorb (био-нано-сорбент нефти и нефтепродуктов). Монтмориллонит позволит собрать с поверхность нефть, а бактерии «съедят» нефть, конечными продуктами разложения нефтепродуктов будут углекислый газ и вода.

Монтмориллонит - глинистый минерал, относящийся к подклассу филлосиликатов, к группе смектитов, способный поглощать влагу и набухать, увеличиваясь в объеме до 20 раз. Свойство обусловлено пористостью камня и слоистой структурой, составленной из тонких чешуек. Монтмориллонит – уникальный минерал-сорбент. Для производства нового биоразлагаемого сорбента Perm bio sorb для нефти и нефте-продуктов необходимо смешать сухой порошок монтмориллонита и сухие бактерии. Технология получения микроорганизмов, разрушающих нефть, была опробована лично на ряде опытов.

Perm bio sorb (БиоНаноСорбент) отличается уникальными повышенными сорбционными способностями. Так же громадным плюсом является возможность не утилизировать использованный сорбент. Бактерии поглотят нефть и нефтепродукты. Через определенный промежуток времени на месте разлива останется только минерал монтмориллонит, углекислый газ и вода которые не нанесут вреда окружающей среде.

**Источники информации:**

- 1) *Бетехтин А. Г.* Курс минералогии: учебное пособие / *А. Г. Бетехтин.* - М. : КДУ, 2007. - 721 с: ил., табл.
- 2) Институт экологии и генетики микроорганизмов. / Лаборатория алканотрофных микроорганизмов // [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) Дата цитирования 04.02.2020
- 3) Как ликвидировать разлив нефтепродуктов и устранить загрязнения? / Владимир Хомутко // Портал о нефти // [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) Дата цитирования 04.02.2020
- 4) *Максимович Н. Г.* Опыт очистки подземных вод от нефтяного загрязнения биологическими методами / *Максимович Н. Г., Хмурчик В. Т., Мещерякова О. Ю.* // Промышленная безопасность и экология. – 2009. N4(37). – С.34-36.
- 5) Монтмориллонит / Сайт Кристаллов.Net [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Ссылка](#) Дата цитирования 04.02.2020
- 6) Причины разлива нефти. / *Шульгина Т.В* // Научные публикации издательства "Проблемы науки" // [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) Дата цитирования 04.02.2020
- 7) Пульс цен / Глина бентонитовая // [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) Дата цитирования 04.02.2020
- 8) Разлив нефтепродуктов: последствия и методы устранения // [Электронный ресурс]. [sinessMan.ru](#). [Ссылка](#) Дата цитирования 04.02.2020
- 9) Ученые открыли новые возможности биоочистки при разливах нефти / Юлия Подошлелова // Видео сюжет ВестиRU // [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) Дата цитирования 04.02.2020
- 10) Экология, окружающая среда и человек / Учебное пособие для вузов, средних школ и колледжей. – М. ФАИР-ПРЕСС, 2000 – 320.
- 11) Эмульсии: получение, свойства, разрушение: Метод. указ. к лаб. работам / Сост. Л.В. Кольцов, М.А. Лосева // Самар. гос.техн. ун-т;. – Самара, 2017. 18 с.
- 12) Цены / Сорбент С-верад сбор 5литров // [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) Дата цитирования 21.02.2020

## Создание изделий из вторично переработанной бумаги

Автор:

ГОРОВАЯ Дарья Дмитриевна, Детский технопарк «Кванториум»

Научный руководитель:

АНТОНЕНКО Юлия Александровна, наставник Биоквантума Детский технопарк «Кванториум»

**Цель:** самостоятельная вторичная переработка бумажных отходов для создания полноценного, полностью разлагаемого продукта для выращивания растений с добавлением выверенного количества минеральных удобрений.

### Задачи:

- 1) Изучить способы вторичной переработки бумаги в домашних условиях.
- 2) Провести анкетирование среди родителей на выявление знаний родителей о направлениях использования вторичного сырья.
- 3) Изучить виды удобрений для комфортного роста растений в домашних условиях.
- 4) Рассчитать количество удобрений для добавления в биоразлагаемые горшки.
- 5) Создать модель пресса для получения биоразлагаемых горшков из вторично переработанной бумаги и картона.
- 6) Создать биоразлагаемые горшки для выращивания растений в домашних условиях из вторично переработанной бумаги и картона с добавлением минеральных удобрений.
- 7) Создание полностью биоразлагаемых горшков из вторично переработанной бумаги с добавлением удобрений, будут полезны людям, не имеющим агротехнического образования в занятиях садоводством. Использование полностью биоразлагаемых горшков из вторично переработанной бумаги с добавлением удобрений будут способствовать снижению себестоимости сельскохозяйственной продукции на личных приусадебных участках.

Разработанная нами технология создания горшка для цветов из вторично переработанной бумаги делится на следующие этапы:

- 1) Измельчение и роспуск бумаги с помощью воды.
- 2) Добавление минеральных удобрений в получившуюся массу.
- 3) Создание горшка с помощью формы-болванки, которую специально создана для этого проекта с помощью 3D-принтера.
- 4) Сушка полученных горшков.
- 5) Тест-драйв полученных горшков.

С помощью программного обеспечения для 3D моделирования SketchUp 2018 создаем форму-шаблон для будущего изделия, которая в последствие будет изготовлена на 3D принтере в масштабе 1:1. При запуске SketchUP 2018 программа предлагает нам выбрать шаблон с единицами измерения. Нужный шаблон – миллиметры (3d-печать). Далее, в точке начала координат, с помощью инструмента Фигуры – Круг, создаем окружность с радиусом 52,5 миллиметров. С помощью инструмента Вдавить-вытянуть вытягиваем фигуру по синей оси (ось Z) на высоту 100 миллиметров. Далее, выбрав инструмент Масштаб, щелкаем правой кнопкой мыши по верхней окружности цилиндра - открывается возможность для масштабирования. При зажатой клавише Ctrl щелчком мыши зажимаем желтый угол и тянем его к центру фигуры для уменьшения масштаба на 20 процентов по сравнению с оригинальной окружностью. Подготовка модели к печати. В SketchUp 2018, после создания модели выбираем Файл – Экспорт – 3D модель, выбираем формат сохранения STL, задаем название файлу и сохраняем. Фотографии изделия можно подробно рассмотреть в приложении

С целью обоснования важности и необходимости реализации проекта мы разработали анкету, состоящую из вопросов, направленных на выявление знаний родителей о направлениях использования вторичного сырья.

Расчёт количества удобрений для внесения в первичную массу Дозы удобрений, рекомендуемые для каждой культуры и типа почвы, принято выражать в килограммах действующего вещества на 1 га: азотных азота ( $N$ ), фосфорных - фосфорного ангидрида ( $P_2O_5$ ), калийных - окиси калия



( $K_2O$ ). Каждый из видов минеральных удобрений (туки), выпускаемых промышленностью, содержит определенное количество действующего вещества, выражаемое в процентах.

Если известно, какое количество питательных веществ ( $N$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) надо внести под ту или иную культуру и содержание действующего вещества в удобрениях, то норма внесения туков рассчитывается по формуле:  $H = 100n/d$ . Где  $n$  – норма минеральных удобрений, г на 1 кв.м;  $p$  – норма действующего вещества, г на 1 кв.м;  $d$  – содержание действующего вещества в данном удобрении.

Рассчитаем норму аммофоса:  $H = 100 \cdot 30/50 = 6$  гр. Площадь горшка 0,26 кв.м, а значит норма аммофоса для внесения в стенки горшка равна 1,56гр.

**Предмет исследования:** горшки для выращивания растений из вторично переработанной бумаги и картона.

При написании работы были использованы такие **методы** как анализ, сбор информации, изучение литературы, метод моделирования, практическая работа, анализ полученных данных, обобщение.

**Актуальность** нашей работы: с каждым годом потребность в бумажных изделиях увеличивается, а количество лесов уменьшается и всё больше увеличивается потребность в удобрениях, поэтому вторичное использование бумаги, а тем более создания горшков с минеральным удобрением не вредящем окружающей среде как никогда актуально.

Наша работа заключается не только в переработке бумаги, но и в создании технологии для изготовления полностью разлагаемых горшков для выращивания растений в домашних условиях с добавлением минеральных удобрений, чья концентрация не навредит экологии и позволит людям, не имеющим агротехнического образования, получить хороший урожай.

Благодаря этому проекту мы хотели показать, что у бумаги может быть вторая жизнь, которая не просто будет стоять на полке, а даст максимально положительный эффект для садов и огородов по всей стране.

В результате работы было установлена в ходе анкетирования надобность актуальность производства горшков из вторично переработанной бумаги для населения для домашнего садоводства.

Себестоимость таких горшков в несколько экономически более выгодно, чем покупка отдельного удобрения или альтернативных видов горшков для рассады.

Горшки из вторично переработанной бумаги достаточно прочны и влагоустойчивы, чтобы выдерживать нагрузку при вынашивании саженцев в домашних условиях.

Добавление удобрения никоим образом не влияет на прочность получаемого продукта.

Данная работа является базой для дальнейших исследований по влиянию удобрений в составе продукции из вторично переработанной бумаги на скорость роста растений. На следующих этапах мы планируем заложить опыт, связанный со скоростью роста растений в Брянской области в условиях домашнего садоводства и горшков из вторично переработанной бумаги.



Рис. 1. Верхний диаметр горшка



Рис. 2. Нижний диаметр горшка



Рис. 3. Высота горшка



Рис. 4. Горшок из вторично переработанной бумаги

**Источники информации:**

- 1) *Андреев, А. М.* Огородные секреты. Инструмент, удобрение, подкормки / *А.М. Андреев.* - М.: Эксмо, 2011. - 192 с
- 2) *Унаняни, Т. П.* Словарь-справочник по удобрениям / *Т.П. Унаняни,* - М.: Россельхозиздат, 2010. - 272 с
- 3) Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gks.ru/>

## Исследование электрической активности коры полушарий большого мозга с помощью датчика ЭЭГ набора-конструктора «Юный нейромоделист»

**Авторы:**

ГРИШИН Вадим Дмитриевич, КАНТОР Роман Вадимович, ПЛОТНИКОВ Никита Сергеевич, АНОО «Физтех-лицей» им. П. Л. Капицы

**Научный руководитель:**

ГОЛОВКО Сергей Иванович, учитель биологии, АНОО «Физтех-лицей» им. П. Л. Капицы

Электроэнцефалография является одним из ведущих методов исследования функций мозга. Данный метод относится к неинвазивным, а следовательно, безопасен для человека. Электроэнцефалограмма отражает суммарную электрическую активность большого числа нейронов, составляющие которой называются ритмами: альфа, бета, гамма, дельта и тета. Каждый из них связан со специфической активностью или состоянием мозга.

Проблематика, на которой основано данное исследование, заключается в том, что графическая интерпретация сигналов ЭЭГ до сих пор вызывает большие затруднения у компетентных специалистов.

**Объект исследования** – учащиеся «Физтех-лицея».

**Предмет исследования** – данные сигналов ЭЭГ головного мозга испытуемых.

Настоящее исследование относится к области физиологии высшей нервной деятельности и сенсорных систем.

**Цель исследования** – изучить электрическую активность коры полушарий большого мозга человека с помощью датчика ЭЭГ набора-конструктора «Юный нейромоделист» в связи с восприятием сенсорных сигналов и возникновением в сознании образов различной сенсорной модальности.

Достижение поставленной цели связано с решением следующих задач:

- 1) обобщить данные научной литературы о функциях коры конечного мозга;
- 2) изучить теоретические основы электроэнцефалографии
- 3) разработать методику исследования ритмов ЭЭГ с помощью модуля волновой активности набора-конструктора «Юный нейромоделист»
- 4) провести исследование электрической активности коры полушарий большого мозга человека в связи с восприятием сенсорных сигналов и возникновением в сознании образов различной сенсорной модальности.

### Методика исследования:

С помощью датчика ЭЭГ набора-конструктора «Юный нейромоделист» у 4-х испытуемых (учащихся ОУ) была изучена электрическая активность всех основных областей (кор) головного мозга: затылочной, лобной, височной (левое и правое полушария) и теменной. Также были разработаны собственная методика изучения электрической активности полушарий головного мозга и собственная система наложения электродов (не использовалась международная система наложения электродов "10-20% ибо оборудование являлось непрофессиональным, а методика "10-20%" не предусматривала использование непрофессионального оборудования). В образе каждого из исследуемых возникали образы различной сенсорной модальности в связи с различной электрической активностью определённых областей головного мозга (данные брались сначала у испытуемых с открытыми глазами, а затем с закрытыми). Также на основании данных, занесённых в соответствующие таблицы, можно было сделать выводы об электрической активности определённых областей головного мозга в соответствии с возникновением в сознании образов различной сенсорной модальности.

	Ритм при открытых глазах				Ритм при закрытых глазах			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Затылочная кора	0,060± 0,009	0,070± 0,003	0,025± 0,005	0,015± 0,005	0,04± 0,006	0,030± 0,006	0,025± 0,004	0,04± 0,006
Лобная кора	0,018± 0,004	0,020± 0,006	0,035± 0,005	0,017± 0,003	0,08± 0,011	0,018± 0,006	0,06± 0,006	0,018± 0,006
Височная кора (левое полушарие)	0,070± 0,002	0,060± 0,006	0,04± 0,006	0,020± 0,006	0,020± 0,022	0,04± 0,006	0,040± 0,009	0,020± 0,002
Височная кора (правое полушарие)	0,030± 0,006	0,020± 0,003	0,025± 0,004	0,014± 0,006	0,04± 0,006	0,020± 0,006	0,025± 0,004	0,02± 0,006
Теменная кора	0,030± 0,009	0,020± 0,006	0,006± 0,002	0,018± 0,004	0,030± 0,010	0,030± 0,006	0,007± 0,002	0,01± 0,006

Зелёным выделены минимальные значения

Красным выделены максимальные значения

Коричневым выделены артефакты (данные не учитываются)

Таблица 1.  $\beta$ -ритм коры исследуемых, мкВ ( $M \pm \Delta$ )

### Источники информации:

- 1) Саркисов С.А. Очерки по структуре и функции мозга. – М.: Медицина, 1964. – 308 стр.
- 2) Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека: учеб. пособие. – 2-е изд., стереотипное. – В 4томах. Т. 4. – М.: Медицина, 1996. – 320 стр.
- 3) Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 624 стр.

## Синтез гидрокарбонатным соосаждением нанопорошков $ZnO$ и $Mg_{0,1}Zn_{0,9}O$ для фотокаталитического разложения органических веществ

Автор:

ДАВИДЕНКО Николай Константинович, 10 класс Лицей №1537

Научный руководитель:

КЛИМЕНКО Алексей Алексеевич, аспирант МГУ имени М.В. Ломоносова

Солнечное излучение является устойчивым и экологически чистым источником энергии. Солнечную энергию используют для освещения и отопления помещений, опреснения воды, преобразуют ее в электрическую при помощи фотоэлементов. Также одним из направлений использования солнечного света является фотокатализ. В настоящее время фотокатализ широко используется для создания самоочищающихся поверхностей, утилизации опасных соединений, очистки воздуха, разложения воды. Одним из распространенных фотокатализаторов является  $ZnO$ . Его свойства можно улучшить путем допирования, например  $Mg$  [1-2]. Однако, литературные данные по этому вопросу неоднозначны и требуют дополнительных исследований.

**Цель работы** – получение методом соосаждения нанокристаллических порошков  $ZnO$  и  $Mg_{0,1}Zn_{0,9}O$  для фотокаталитического разложения органических соединений.

Методом соосаждения получили нанокристаллические порошки  $ZnO$  и  $Mg_{0,1}Zn_{0,9}O$ , которые могут быть использованы для фотокаталитического разложения органических соединений. Средний размер частиц по данным сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) составляет от 30 до 70 нм (см. рисунок 1 слева).

Методом комбинационного рассеяния света подтверждена кристаллическая структура фотокатализаторов, которая соответствует структурному типу вюрцита.

По данным УФ-видимой спектроскопии была рассчитана ширина запрещенной зоны для всех образцов, которая составила 3,16 эВ после обжига при  $500^\circ C$ .

Для измерения концентрации метиленового синего (МС) при его фотокаталитическом разложении использовали оптическую спектроскопию (см. рисунок 1 справа). Наилучшие фотокаталитические свойства при разложении МС показали образцы после обжига при  $500^\circ C$ . При данной температуре происходит образование оксидов металлов с следовым содержанием примесных ионов, что было подтверждено ИК-спектроскопией и термогравиметрией.

Добавление поверхностно-активных веществ (ПАВ, Fairy) при осаждении привело к наилучшим фотокаталитическим свойствам.

Наибольшая константа скорости реакции, определенная с помощью метода спектрофотометрии растворов МС, наблюдалась для  $Mg_{0,1}Zn_{0,9}O$ , полученного с использованием ПАВ, которая составила  $6,44 \cdot 10^{-7}$  моль/(л·с).

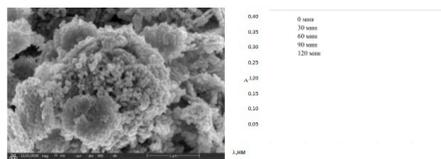


Рисунок 1 – Изображение СЭМ образца  $Mg_{0,1}Zn_{0,9}O$  после обжига  $T = 500^\circ C$  (слева) и спектры растворов МС при разном времени экспозиции ультрафиолетовым светом (справа).

### Источники информации:

- 1) Synthesis of  $ZnO$  nanoparticles by co-precipitation method for solar driven photodegradation of Congo red dye at different pH, *Rania E. Adama, Gallia Pozinab, Magnus Willandera, Omer Nura*, *Photonics and Nanostructures-Fundamentals and Applications* 32, (2018), 11–18.

- 2) Photocatalytic properties for different metal-oxide nanomaterials, *Rania E. Adam, Elfatih Mustafa, S. Elhag, O. Nur, M. Willander*, SPIE 10919, (2019), 1091925-1.



## Антибиотикорезистентность микроорганизмов на поверхности телефона

Автор:

ДЕНДУТКИН Олег Денисович, г. Нижний Тагил МАОУ  
«Политехническая гимназия»

Научный руководитель:

КОНОНОВА Любовь Александровна, учитель биологии  
высшей квалификационной категории МАОУ «Политехнической гимназии»

**Актуальность:** на сегодняшний день антибиотикорезистентность микроорганизмов становится отнюдь не редким явлением. Ввиду этого человечеству угрожает опасность перед патогенными бактериями, схемы лечения которых могут потерять свою актуальность. Это приведёт к увеличению смертности от болезней.

**Цель:** проследить взаимосвязь между антибиотикорезистентностью микроорганизмов на поверхности мобильных телефонов членов семьи и их профессиональной деятельностью.

**Гипотеза:** предположительно, на поверхности телефона человека, работающего в стерильных условиях антибиотикорезистентность и видовое разнообразие микроорганизмов будут выше, чем у ученика.

**Объект исследования:** Микрофлора с поверхности 3 индивидуальных гаджетов (смартфонов)

**Предмет исследования:** Особенности морфотипов микрофлоры и её антибиотикорезистентность

**Практическая значимость:** на основании этого исследования можно создать более усовершенствованные виды антибиотиков или корректировать использование антибиотиков у разных групп людей в зависимости от их профессиональных обязанностей.

### Выводы

В результате проведённых мною опытов моя гипотеза была подтверждена. Наиболее разнообразной и антибиотикоустойчивой флорой микроорганизмов оказалась на поверхности смартфона врача анестезиолога-реаниматолога. Наиболее однообразной и не устойчивой к антибиотикам у ученика. У химиотерапевта качественный состав разнообразный, но не все штаммы устойчивы к антибиотикам, которые я использовал.

Для предотвращения контаминации гаджетов необходимо более тщательно соблюдать санитарно-гигиенические правила, по возможности не использовать гаджеты во время выполнения профессиональных обязанностей. Желательно дезинфицировать свой телефон регулярно.

### Источники информации:

- 1) Биология в 3-х томах *Грин, Стаут, Тейлор*
- 2) Микробиология с вирусологией и иммунологией. *К.Д.Пяткин..* — М.: Медицина 1971.
- 3) Микробиология учебное издание под ред. *Нетрусова, Котовой* 2006г
- 4) Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии. *Прозоркина Н.В., Рубашкина Л.А.* — Ростов-на-Дону: "Феникс" 2002.
- 5) Руководство к лабораторным занятиям по медицинской микробиологии, вирусологии и иммунологии. *Л.Б.Борисов..* — Медицина, 1992.

## Исследование твердосмазочных покрытий $MoS_x$ и анализ их свойств в условиях низких температур

Автор:

ЗАГОРОДНЕВА Валерия Николаевна, 11 класс МБОУ СОШ №1 города Королёв.

Научный руководитель:

ФОМИНСКИЙ Дмитрий Вячеславович, преподаватель дополнительного образования детского технопарка «Кванториум», г. Королёв

Снижение энергозатрат в узлах трения и предотвращение износа их компонентов, функционирующих в осложненных условиях (в частности, низкие температуры, агрессивная/окислительная окружающая среда), является на сегодняшний день актуальной проблемой в области космического машиностроения, криогенной техники, микромеханики и пр. Эта проблема решается путем применения органических/жидких смазок или, в случае невозможности их применения, нанесением твердосмазочных покрытий. На сегодняшний день наиболее подробно исследован вопрос о трибологических свойствах в осложненных условиях низких температур для твердосмазочных покрытий на основе дисульфида молибдена ( $MoS_2$ ) [1]. Однако при воздействии агрессивных компонентов (кислорода), трибологические свойства таких покрытий существенно ухудшались [2]. Трибологические свойства твердосмазочных покрытий на основе  $MoS_2$ , а также других дихалькогенидов переходных металлов, активно исследуются на протяжении последних 30 лет. В общем случае, в материале  $MoS_x$  с аморфной структурой, получаемом различными методами осаждения, отношение элементов  $S/Mo$  может изменяться в более широких пределах ( $\sim 1 \leq x \leq 10$ ) [3]. Вопрос о трибологических свойствах покрытий  $MoS_x$  в осложненных условиях низких температурах изучен недостаточно глубоко.

**Цель работы** заключалась в изучении покрытий  $MoS_2$ ,  $MoS_3$  и  $MoS_4$ , которые могли бы различаться по характеру локальной атомной упаковки в аморфной структуре, что могло существенно влиять на трибологические свойства получаемых покрытий, проведением сравнительных триботестов в осложненных условиях низких температур и выяснение вопроса об оптимальном структурном и химическом состояниях  $MoS_x$  покрытий, обеспечивающих наиболее низкий коэффициент трения и повышенную стойкость к износу в условиях трения скольжения в окислительной окружающей среде.

Для получения покрытий  $MoS_x$  использовался метод реактивного импульсного лазерного осаждения (РИЛО), который позволяет получать соединения  $MoS_x$  с различным содержанием серы. Для абляции мишени  $Mo$  использовался лазер на алюмо-иттриевом гранате (Nd:YAG) с длиной волны 1064 нм. Длительность лазерных импульсов с энергией  $\sim 85$  мДж составляла 15 нс, а частота лазерных импульсов составляла 20 Гц. Камеру осаждения откачивали до давления  $10^{-3}$  Па, а затем напускали газ  $H_2S$ . Осаждение пленок проводилось при трех различных давлениях газа  $H_2S$ . По результатам предварительных исследований выбраны такие значения давления газа как 8, 19 и 36 Па. Время осаждения тонкопленочных покрытий было фиксированным, и составляло 20 мин.

Трибологические свойства покрытий исследовались методом скольжения стального шарика по диску с покрытием при температуре  $-100^\circ C$  в смеси газов (воздуха и аргона), имеющей относительную влажность  $RH \sim 9\%$ . Для сравнения проведены триботесты при  $22^\circ C$  в смеси аргона с воздухом ( $RH \sim 9\%$ ), а также на воздухе при  $RH \sim 50\%$ . Трибоиспытания проводились в течение 400 циклов.

Наименьший коэффициент трения, равный 0.079, обнаружен при триботестировании покрытия  $MoS_3$ . Это покрытие также характеризовалось хорошей пластичностью, невысоким износом, а износ шарика при скольжении по этому покрытию оказался минимальным. Покрытие  $MoS_2$  проявило наилучшую износостойкость, что было обусловлено хорошим сцеплением трибослоя с покрытием в треке износа. Однако трибоперенос материала в зоне трения по покрытию  $MoS_2$  протекал при повышенном коэффициенте трения равном 0.16. Это обуславливало и повышенный износ контртела. Покрытие  $MoS_4$  явно уступало по трибологическим свойствам покрытиям с меньшим содержанием серы. Дополнительные исследования при комнатной температуре и различной влажности воздуха показали, что различия в трибологических свойствах покрытий  $MoS_2$  и  $MoS_3$  могли быть обусловлены различием в стойкости этих покрытий к окислению при адсорбции молекул воды.



**Источники информации:**

- 1) Влияние условий импульсного лазерного осаждения на трибологические свойства тонкопленочных наноструктурированных покрытий на основе диселенида молибдена и углерода/ *В.Ю. Фоминский, С.Н. Григорьев, Р.И. Романов, В.Н. Неволин*// Журнал технической физики, 2012, том 82, вып. 4
- 2) Исследование и моделирование роста твердосмазочных покрытий MoSx при импульсном лазерном осаждении/ *В.Н. Неволин, В.Ю. Фоминский, А.Г. Гнедовец, Р.И. Романов*// Журнал технической физики, 2009, том 79, вып. 1
- 3) *Fominski, V.Yu.; Romanov, R.I.; Fominski, D.V.; Shelyakov, A.V.* Regulated growth of quasi-amorphous MoSx thin-film hydrogen evolution catalysts by pulsed laser deposition of Mo in reactive H2S gas, *Thin Solid Films* 2017, 642, 58–68;

## Электрохимический биосенсор мозгового натрийуретического пептида (преобразователь)

**Авторы:**

КИРГИЗОВ Иван, МБОУ «Лицей №18» г.Новочебоксарска Чувашской Республики, 10 класс; БОРИСОВА Юлия, МБОУ «СОШ №13» г.Новочебоксарска Чувашской Республики, 10 класс

**Научный руководитель:**

СТЕПАНОВ Леонид Анатольевич, педагог Детского Технопарка «Кванториум» г. Чебоксары

**Решаемая проблема** - существующие анализаторы уровня BNP в крови являются одноразовыми и дорогими.

**Цель нашей работы:** Изучить существующие анализаторы BNP и других пептидов в крови и предложить им альтернативу, ликвидирующую их недостатки.

**Задачи:**

- 1) Литературный анализ существующих сенсоров, а также их теоретических аналогов. Изучение их недостатков
- 2) Моделирование биосенсора, который исключает эти недостатки.
- 3) Изучение способов создания данного био-наносенсора.
- 4) Синтез полупроводниковой наноструктуры
- 5) Получение молекулярного рецептора
- 6) Создание системы обработки сигнала
- 7) Сборка био-наносенсора
- 8) Изучение свойств полученного био-наносенсора.

**Объект исследования** - электрохимический биосенсор

**Предметом исследования** - чувствительность биосенсора/возможность создания многократного биосенсора

**Научная новизна** данной работы отличается новаторством в исследуемой тематике, так как прогнозирование инфаркта является актуальной проблемой для людей с сердечной недостаточностью. Разработка способа создания биосенсора для анализа уровня мозгового натрийуретического пептида в крови позволит создать систему для прогнозирования инфаркта.

**Практическая значимость.** В данной работе приведена практическая разработка преобразователя биосенсора, а также методов его создания. По результатам проведенных исследований предложен способ создания биосенсора. Такой биосенсор позволяет проводить количественный анализ уровня биомаркеров в крови и может быть использован в медицинских целях, в том числе для прогнозирования инфаркта.

Селективность биосенсора к определённому биомаркеру определяется только веществом-мишенью в процессе создания молекулярного рецептора, что позволяет применить данный способ создания биосенсора для множества других биомаркеров.

**Описание работы.**

Основное содержание работы - исследование способов создания полупроводниковой наноструктуры-преобразователя для многократного биосенсора, который необходим для систем прогнозирования заболеваний(в нашей работе акцентируется внимание на инфаркте миокарда).

- Был проведен анализ литературы, посвященной существующим биосенсорам.
- Созданы несколько моделей наноструктур-преобразователей для биосенсора
- Проведен анализ существующих методов создания необходимых наноструктур, и экспериментальный отбор оптимальных из них, разработка собственного.



- Проведён синтез наноструктуры в соответствии с разработанным способом.
- Был проведён косвенный анализ полученных образцов (проводимость, смачиваемость).

## Микромир живых организмов озера захребетное (поселок красное, ненецкий автономный округ)

Автор:

КОРЗОВА Мила Вячеславовна, Ненецкий автономный округ, п. Красное, ГБОУ НАО «СШ п. Красное», 7 класс.

Научный руководитель:

ЛЕДКОВА Полина Владиславовна, студентка 5 курса Института биологии, экологии и агротехнологий Петрозаводского государственного университета

Научный руководитель:

ПАНАРИНА Наталия Геннадьевна, кандидат биологических наук, учитель биологии и химии высшей категории ГБОУ НАО «СШ п. Красное»

**Актуальность.** В настоящее время люди обращают мало внимания на экологическое состояние окружающей природы. В исследуемом озере местные жители ловят рыбу, моют машины, оставляют мусор на берегах. Мелкие живые существа невозможно наблюдать невооруженным глазом, поэтому узнать о жизни этих существ очень сложно. Но они очень важны для экосистемы водоема. Данная работа позволяет узнать, какие микроскопические организмы живут в нашем озере Захребетное. Результаты нашей работы будут привлекать внимание населения к проблеме сохранения озёр и их обитателей.

**Гипотеза.** Если озеро Захребетное загрязняется человеком, то чистый и загрязненный участки озера отличаются по составу микроскопических живых организмов.

**Цель работы.** Выявить, какие микроскопические организмы обитают в чистой и загрязненной частях озера Захребетное. Задачи исследования: 1) выявить, какие микроскопические живые организмы обитают в оз. Захребетное; 2) изучить биоразнообразие этих организмов в чистом и загрязненном участках озера Захребетное; 3) изучить и описать особенности процессов жизнедеятельности выявленных организмов; 4) разработать рекомендации по охране озера Захребетное.

**Научная новизна.** Впервые выяснено, какие микроскопические организмы обитают в изучаемом озере.

**Практическая значимость.** Материалы данной работы могут быть использованы для мониторинга разнообразия микроскопических живых организмов в озере и экологического просвещения населения.

**Объект исследований.** Живые организмы оз. Захребетное. Предмет исследований. Разнообразие, особенности строения и поведения микроскопических организмов оз. Захребетное.

### Выводы

- 1) В пробах воды и бентоса озера Захребетное мы обнаружили 28 групп живых организмов из царств: Дробянки (2 группы), Растения (14 групп), Животные (13 групп).
- 2) Биоразнообразие микроскопических организмов выше в чистом участке озера Захребетное.
- 3) Выявленные живые организмы имеют сложные процессы жизнедеятельности, они хорошо приспособлены к окружающей среде. Ракообразные чувствительны к загрязнению воды.
- 4) Разработанные рекомендации способствуют сохранению экосистемы озера.

**Подтверждение гипотезы.** Чистый и загрязненный участки озера отличаются по составу микроскопических живых организмов. Таким образом, выдвинутая гипотеза подтвердилась.



## Ремонтный комплект для герметизации в полевых условиях ПАО «Газпром»

Авторы:	КУЗНЕЦОВ Никита Георгиевич, 11 класс ГАХ Данил Константинович, 10 класс
Научный руководитель:	КЛЮЧНИКОВ Олег Романович, ДХН, профессор кафедры технологии пластмасс КНИТУ Генеральный директор ООО «Олепластика»
Научный руководитель:	БАГАТОВА Резеда Гумаровна, Методист, педагог дополнительного образования, наставник проектного творчества

**Актуальность** проблемы-необходимость в полевых условиях провести быстрый ремонт, гидроэлектроразрывов разрывов электропроводки, запорной арматуры, микросхем, гуммирование (обрезинивание) оборудования и спецодежды.

В промышленности и быту известно множество классов герметиков и изолирующих материалов на основе эпоксидов, уретанов, силиконов и прочих связующих. У всех имеются недостатки, либо использование растворителей, либо агрегатное состояние – жидкости, стекающие с объекта, а наш прототип- «холодная сварка» вообще превращается после отверждения в твердый пластик. Известная разработка «Холодная резина» ООО «Олепластика» имеет низкую адгезию к металлам и пластикам.

**Цель** нашей работы- решить проблему с адгезией «Холодной резины» к подложкам, подобрать адгезив на основе отечественного сырья. Для этого мы провели изучение проблем адгезии, классификацию клеев, выбрали доступный в промышленности адгезив, подобрали и исследование на адгезионную прочность составов «Холодной резины» к стали, алюминию, стеклу и разным пластикам, а также предложили испытать новый ремонтный комплект ПАО «Газпром».

В ходе анализа литературных источников мы остановились на фенолформальдегидной смоле (ФФС), как многофункциональной системе с хорошей адгезией к материалам. Был разработан и испытан адгезив, который показал когезионный разрыв (по резине) для стали СТ.20, алюминию Д16, полипропилену, поливинилхлориду, поликарбонату, резине, АВС-пластику.

Было интересно, за счет каких процессов появляется такая адгезионная прочность. В связи с этим мы провели квантово- химические расчеты модельных реакций ФФС с каучуком и одним из компонентов композиции- 1,3,5-тринитрозобензолом (ТНБ), которые показали экзотермичность реакции,  $\Delta H = 24,4$  ккал/моль.

Были проведены испытания «Холодной резины» при ремонте прокладки циркуляционного насоса, прокладок тэнов водогрейного котла, модифицирована спецодежда рукавицы. Подготовлена опытная партия рем.комплектов.



Рис. 1. Слева направо: насос, тэн котла, рукавицы, рем. комплект.

### Выводы:

- Разработан адгезив для крепления «Холодной резины» к металлам (Fe, Al), стеклу и пластикам на основе ФФС;
- Предложен новый механизм реакции присоединения ТНБ к ФФС, модельная реакция экзотермическая,  $\Delta H = 34$  ккал/моль;
- Предложены рем.комплекты «Холодной резины» для ПАО «Газпром».

## Исследование шишечного субстрата для выращивания растений гидропонным методом

Автор:

ЛОЖКИН Иван Васильевич, МБОУ «СОШ №6» г. Воткинск Удмуртская Республика, 11 класс;

Научный руководитель:

КРЮКОВА Полина Сергеевна, педагог дополнительного образования АОУ УР «РОЦОД»

**Актуальность** данной работы обусловлена Экологической доктриной РФ, согласно которой стратегией государственной политики в области экологии является создание новых методов переработки сырья, позволяющих предупреждать загрязнение окружающей среды путем утилизации образующихся отходов, а также Федеральным законом о биологической безопасности, в котором говорится об рациональном использовании природных ресурсов как необходимом условии обеспечения биологической безопасности и об охране здоровья граждан и окружающей среды от воздействия опасных биологических факторов.

**Цель работы:** разработать и исследовать субстрат из еловых шишек для выращивания растений гидропонным методом.

**Задачи:**

- 1) Изучить различные источники информации по данной теме.
- 2) Проанализировать имеющиеся органические субстраты для гидропонной системы.
- 3) Исследовать кислотность субстратов;
- 4) Исследовать влагоемкость;
- 5) Провести качественный и количественный химический анализ;
- 6) Исследовать электропроводность;
- 7) Исследовать жесткость.
- 8) Выполнить сравнительный анализ органических субстратов.
- 9) Определить возможность применения шишечного субстрата для выращивания растений гидропонным методом с помощью тестирования на гидропонной установке в РОЦОД.

**Методы исследования:** наблюдение, описание, сравнение, классификация, анализ, эксперимент, измерение, статистический.

**Объект исследования:** еловые шишки и шишечный субстрат.

**Предмет исследования:** пригодность еловых шишек в качестве субстрата для гидропонной системы.

**Научная новизна** данной работы заключается в обоснованности концепции, создающую теоретическую основу для решения важной практической задачи, также она состоит в ранее не проводившемся комплексном анализе шишек *Picea abies* (L.).

**Практическая значимость** работы состоит в том, что результаты исследовательской части могут быть использованы в агропромышленности. Использование шишечного субстрата решит сразу несколько проблем: удешевление субстрата для гидропоники и утилизация отходов от заготовки леса и семян.

Комплексное использование сырья служит основой комбинирования предприятий. При этом возникают новые производства, перерабатывающие отходы основного предприятия, что дает высокий экономический эффект и является важнейшим элементом народного хозяйства.

**Итоги исследования.** На сегодняшний день, по результатам проведённой работы в лаборатории экологии и правильного питания АОУ УР «РОЦОД» шишечный субстрат имеет следующие преимущества:



- 1) Оптимальное для подавляющего большинства растений уровень рН;
- 2) Хорошая влагоемкость 185-264
- 3) Способен поглощать влагу в 3 раз больше своей сухой массы;
- 4) Хорошая сорбционная способность;
- 5) Имеет пористую структуру;
- 6) Растения могут использовать питательные вещества самих шишек;
- 7) Имеет антибактериальные свойства;
- 8) Имеет фитонциды, которые способны отпугивать некоторых вредителей сельского хозяйства;
- 9) Имеет приятный запах;
- 10) Относительно низкая стоимость;
- 11) Содержит смолы, которые выступают как стимуляторы роста;
- 12) Практически не содержит хлорид ионов;
- 13) Водная вытяжка имеет мягкую жесткость;
- 14) Прост в утилизации.

Также начато тестирование пищевого субстрата на гидропонной установке в РОЦОД.



Рис. 1. – Еловые шишки разной дисперсности (а) и кокосовый субстрат разной структуры (б).

#### Источники информации:

- 1) Гидропоника для всех. Всё о садоводстве на дому: учебник / Уильям Тексье. – Мана Editions, 2013. – 279 с.
- 2) Субстраты для гидропоники: сайт. – [Ссылка](#) (дата обращения 04.09.2020). – Текст: электронный.
- 3) ГОСТ 4245-72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 09.10.72: дата введения 1974-01-01 – [Ссылка](#) (дата обращения 06.02.2021).
- 4) ГОСТ 31954-2012 Вода питьевая. Методы определения жесткости (с Поправкой): Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2012 г. N 1899-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 31954-2012 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2014 г. – [Ссылка](#) (дата обращения 12.02.2021)
- 5) Краткое руководство – Этап вегетации. Гидропоника: сайт. – [Ссылка](#) (дата обращения 14.11.2020). – Текст: электронный.

## Эффективность очистки воды от нефтепродуктов природными сорбентами

Автор:

МАРУКОВА Виктория Евгеньевна, МАОУ Политехническая гимназия город Нижний Тагил

Научный руководитель:

КОНОНОВА Любовь Александровна, учитель биологии высшей квалификационной категории

Загрязнение вод Мирового океана нефтью и нефтепродуктами – как по масштабам, так и по токсичности представляет собой глобальную опасность. Поиск способов ликвидации с поверхности водоемов нефти и продуктов ее переработки представляет важную научную задачу. В настоящее время, когда растет уровень добычи нефти на шельфах морей, повышается риск образования нефтяных разливов, губительных для водных экосистем. Это определяет **актуальность** данного исследования, направленного на выявление наиболее эффективных и экологичных сорбентов нефтепродуктов. Из предлагаемых способов ликвидации разливов нефти наиболее эффективен сорбционный. Перспективными сорбентами могут быть недорогие, биологически безопасные сорбирующие вещества, которые можно дальше переработать.

**Гипотеза:** предположим, что существуют природные сорбенты для очистки воды от нефтепродуктов.

**Цель исследования:** исследовать сорбционные свойства природных материалов для эффективного удаления нефтепродуктов с поверхности воды

**Объект исследования:** вода с нефтепродуктами, сорбенты естественного происхождения

**Предмет исследования:** сорбционные способности материалов естественного происхождения

**Практическая значимость:** Результаты, полученные в данной работе, могут иметь значение для наиболее эффективной очистки загрязненных углеводородами поверхностных вод.

### Выводы

На сегодняшний день применяют разнообразные способы ликвидации разливов нефти – с помощью бонов, диспергентов, сорбирующих материалов, микроорганизмов.

Из исследуемых сорбирующих материалов наиболее эффективным при ликвидации смоделированного разлива моторного масла оказались сосновые опилки. С помощью опилок была собрана вся нефть с поверхности воды.

Из исследуемых сорбирующих материалов наиболее эффективными при ликвидации смоделированного разлива бензина оказались торф и ольховая щепа.

Одни и те же сорбенты показывают разные результаты при поглощении различных нефтепродуктов. Основываясь на полученных результатах, можно сделать вывод, что при выборе того или иного сорбента нужно учитывать не только нефтеемкость и водоемкость материала, но и состав, плотность и вязкость разлитого нефтепродукта. Исследованиям данных зависимостей могут быть посвящены наши дальнейшие исследования.

### Источники информации:

- 1) Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. - М.: Ин-октаво, 2005. - 368 с.
- 2) Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство. – С.-Пб: Анатолия, 2000. – 250 с.



## Изучение взаимоотношений между диатомовыми водорослями *Fragilaria radians* и бактериями из озер Лабынкыр и Ворота

Автор:	МАРХИЕВА Карина Алихановна, Лицей №36 ОАО «РЖД»
Научный руководитель:	ЗАХАРОВА Юлия Робертовна, к.б.н., с.н.с. отдела ультраструктуры клетки Лимнологического института СО РАН
Научный руководитель:	ФАЙЗУЛАЕВА Татьяна Павловна, учитель биологии Лицея №36 ОАО «РЖД»

**Цель работы:** изучить взаимоотношения организмов между аксеничной культурой *Fragilaria radians* и бактериями, изолированных из якутских озёр Лабынкыр и Ворота, а также определить таксономическую принадлежность некоторых штаммов бактерий.

### Задачи:

- 1) Восстановить рост бактерий законсервированных штаммов из коллекции отдела ультраструктуры клетки Лимнологического института СО РАН.
- 2) Выделить чистые культуры бактерий из данной коллекции и провести их анализ при помощи световой микроскопии.
- 3) Провести экспериментальное со-культивирование диатомеи *Fragilaria radians* с исследуемыми штаммами бактерий и выявить характер взаимоотношений между бактериями и *F. radians*.
- 4) Изучить таксономический состав бактерий, изолированных из озер Лабынкыр и Ворота методами молекулярного анализа гена 16S рРНК.

### Тезисы:

В ходе работы мы восстановили рост бактерий у 24 штаммов из 59 из коллекции отдела ультраструктуры клетки Лимнологического института СО РАН и выделили чистые культуры бактерий из данной коллекции.

Провели экспериментальное со-культивирование диатомеи *Fragilaria radians* с исследуемыми штаммами бактерий (см. рис. 1).

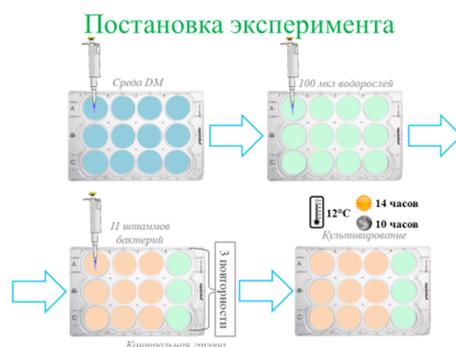


Рис. 1. Схема постановки эксперимента

При помощи СЭМ был исследован характер взаимодействий бактерий и водорослей при совместном культивировании, и способность бактерий влиять на сохранность их кремнистых панцирей.

Нами было осуществлено выделение ДНК двух штаммов бактерий: L1m6mw11S и LM116S, которые были отправлены на секвенирование в центр коллективного пользования «Биоинформатика» (г. Новосибирск).

**Актуальность работы:** диатомовые водоросли, которые продуцируют 20% органического вещества всей планеты Земля, являются основным элементом пищевой цепи в водных пресноводных

экосистемах, а именно первичными продуцентами. Изучение межвидовых взаимоотношений в настоящее время занимает одно из приоритетных мест в ряду актуальных проблем современной биологии. Известно, что бактерии в природных сообществах могут, как стимулировать рост диатомовых водорослей, снабжая витаминами и продуктами минерализации труднодоступных соединений, так и подавлять их развитие. Поэтому мы продолжаем изучать взаимоотношения водорослей и микроорганизмов на данный момент и расширяем границы исследований.

#### Итоги исследования:

- 1) Данные учета численности клеток диатомей после проведения экспериментального со-культивирования *Fragilaria radians* и штаммов бактерий показали, что 1 штамм (V29) не оказывает влияния на динамику роста водорослей, 4 штамма угнетают рост *Fragilaria radians*, 6 штаммов стимулируют рост водорослей.
- 2) По результатам СЭМ 5 штаммов способствуют разрушению кремнистых структур панцирей диатомей. 2 штамма не оказывают видимых влияний на сохранность кремнистых структур панцирей. В контрольной культуре бактерий не обнаружено, что свидетельствует о чистоте эксперимента.
- 3) Была определена таксономическая принадлежность двух штаммов бактерий по нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК. А именно: 1. *Pseudomonas* sp. (Штамм: L1m6mw11S); 2. *Raenibacillus* sp. (Штамм: LM116S).

#### Источники информации:

- 1) *Глаголева О.Б., Зенова Г.Ш., Добровольская Т.Г.* Взаимодействие водорослей и бактерий спутников в ассоциативных культурах // Альгология, 1992. Т. 2, № 2. С. 57 – 63.
- 2) *Колотилова Н.Н., Семенов А.М.* Методы количественного учёта микроорганизмов // Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов – Москва: Академия, 2005. – с. 101-102
- 3) *Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж.* Электрофорез в агарозном геле // Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук – Москва: Мир, 1984. – с.157-175.
- 4) Метод Сэнгера [Электронный ресурс], – Режим доступа: [Ссылка](#). (Дата обращения: 12.02.20)
- 5) *Петров Ю. Е.* Диатомовые водоросли [Электронный ресурс], – Режим доступа: [Ссылка](#). (Дата обращения: 12.12.19)
- 6) Полимеразная цепная реакция [Электронный ресурс], – Режим доступа: [Ссылка](#). (Дата обращения: 10.02.20)
- 7) *Семёнов А.М., Цавкелова Е.А, Юдина Т.Г., Богданов А.Г.* Изучение морфологии и цитологии микроорганизмов // Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов – Москва: Академия, 2005. – с. 70-71
- 8) *Семёнов А.М., Цавкелова Е.А, Юдина Т.Г., Богданов А.Г.* Изучение морфологии и цитологии микроорганизмов // Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов – Москва: Академия, 2005. – с. 71-73
- 9) *Семёнов А.М., Цавкелова Е.А, Юдина Т.Г., Богданов А.Г.* Изучение морфологии и цитологии микроорганизмов // Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов – Москва: Академия, 2005. – с. 73-74
- 10) *Семёнов А.М., Цавкелова Е.А, Юдина Т.Г., Богданов А.Г.* Изучение морфологии и цитологии микроорганизмов // Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов – Москва: Академия, 2005. – с. 88-92
- 11) *Семенова Е.В.* Составление сред и культивирование микроорганизмов // Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов – Москва: Академия, 2005. – с. 31-44
- 12) *Татарина Н.Ю., Захарчук Л.М.* Выделение чистых культур микроорганизмов // Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов – Москва: Академия, 2005. – с. 96-100
- 13) *Томберг И.В., Копырина Л.И., Бессудова А.Ю., Фирсова А.Д., Башенхаева М.В., Захарова Ю.Р., Горина Е.О.* Гидрохимия и фитопланктон озер Лабынкыр и Ворота (Республика Саха) // Озера Евразии: проблемы и пути их решения. 11–15 сентября 2017 г. г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия. – 2017. – С. 426-432.
- 14) *Халиуллина Л.Ю.* Альгология: Учебное пособие – Казань : ИПК «Бриг», 2018. – с. 6-8.
- 15) *Marmur J.* A procedure for the isolation of deoxyribonucleic acid from microorganisms / *J. Marmur* // J. Mol. Biol. – 1961. – V.3, №2. – p. 208-218.

- 16) THOMPSON A.S., RHODES J.C., PETTMAN I., 1988. Culture collection of algae and protozoa, catalogue of strains. Freshwater Biological Association, Ambleside, Cumbria.
- 17) Zakharova Y. R. The structure of microbial community and degradation of diatoms in the deep near-bottom layer of Lake Baikal / Y. R. Zakharova, Y. P. Galachyants, M. I. Kurilkina, A. V. Likhoshvay // PLoS ONE. – 2013a. – V. 8, №4 – P. 1030-1034.

## Разработка и формирование антибактериального чехла для мобильного устройства с возможностью косвенного определения изменения температуры тела человека

Автор:

ПАЛИЕНКО Александра Александровна, ГАОУ АО ДО «Региональный школьный технопарк», г. Астрахань Астраханской области, 11 класс

Научный руководитель:

ЛИСИЦЫН Сергей Андреевич, педагог дополнительного образования, ГАОУ АО ДО «Региональный школьный технопарк г. Астрахань Астраханской области

**Цель работы:** разработать и сформировать антибактериальный чехол с активной добавкой из наночастиц серебра (НС), имеющего антибактериальные и противомикробные свойства, с возможностью косвенного определения повышения температуры тела, человека.

### Задачи:

- 1) Изучить научную литературу;
- 2) Выбрать оптимальную концентрацию НС в объеме будущего изделия и изготовить активную добавку;
- 3) Изготовить тестовые лабораторных образцов из пластика с определенной концентрацией НС;
- 4) Изготовить питательную среду и высадить газон бактерий;
- 5) Изучить противомикробные и антибактериальные свойства образцов;
- 6) Проверить образцы на токсичность;
- 7) Разработать и сформировать корпус чехла для мобильного устройства;
- 8) Изучить механические свойства сформированных чехлов;
- 9) Провести анализ итога работы.

**Актуальность работы:** В связи со сложившейся эпидемиологической обстановкой в мире, очень острым стал вопрос о дезинфекции различных поверхностей, в т.ч. и мобильных устройств (гаджетов). Одним из решений данной задачи является чехол, на поверхности которого не будет поддерживаться жизнедеятельность различных болезнетворных микроорганизмов.

Изучив научную литературу, было установлено, что НС имеют антибактериальные и противомикробные свойства, их легко получить и они безопасны для человека.

Далее мы изготовили активную добавку из НС. Для этого 3 г D-глюкозы растворили в 10 мл дистиллированной воды, после чего нагрели до температуры 70 °С, и добавили 1 мл 10% NaOH и 1г AgNO<sub>3</sub>. В результате, были получены НС с размерами 10-15 нм [1]. Далее раствор диспергировался при 1000 об/мин для равномерного распределения НС. Далее раствор был дважды профильтрован через двойную фильтровальную бумагу которая затем отжигалась в муфельной печи при температуре 300 ° в течение одного часа для получения НС в порошкообразном виде.

Проанализировав литературные данные, было установлено, что оптимальные концентрации НС находятся в пределах от 0.001 до 3 % [5, 6]. После чего мы занялись изготовлением образцов из пластика в форме «таблетки», в которые доавлялись НС с заданной концентрацией и экспериментально определяли противомикробные и антибактериальные свойства. Для этого 0.1 г термохромной краски перемешивались с компонентами жидкого пластика, добавлялась нужная концентрацию НС и заполнялись формы.

Далее изготавливалась питательная среда, которую разливалась по чашкам Петри. Потом в них поместили бактерии 4 разных штаммов для накопления микробной массы. Спустя сутки мы положили наши лабораторные образцы. Спустя 72 ч. мы извлекли все чашки Петри и изучали их содержимое при помощи оптического микроскопа. В результате наиболее эффективными свойствами, обладали образцы с содержанием 1 и 3% НС в объеме.

На следующем этапе образцы проверялись на токсичность. В результате было установлено, что образцы не являются токсичными.



Для создания специальной заливочной молд-формы чехла, мы использовали Autodesk Fusion 360, после чего изготовили ее из модельной пластмассы на фрезерном станке с ЧПУ. В результате мы получили чехлы для мобильного устройства, обладающие бактерицидными и противомикробными свойствами. На следующем этапе мы определяли температуру обесцвечивания чехлов. Точка перехода находилась в пределах 37.2- 37.4°. Далее мы исследовали механические свойства сформированных чехлов с занесением результатов в протокол экспериментальных данных.

Итогом исследования стал полностью разработанный технологический процесс изготовления антибактериальных и противомикробных чехлов для мобильных устройств, с возможностью косвенного определения повышения температуры тела человека.

#### Источники информации:

- 1) *Л.Н. Кузьмина*. Получение наночастиц серебра методом химического восстановления // Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. 2007. Т. XXX, № 8. С. 7–12.
- 2) *Н. Кобаяси*. Введение в нанотехнологию. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. 134 с.
- 3) *Ю.А. Крутиков, А.А. Кудринский, А.Ю. Олейник, Г.В. Лисичкин*. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // Успехи химии. 2008 Т. 77 № 3 С. 242–269.
- 4) *В.Ю. Тимошенко*. Фундаментальные основы нанотехнологий. [Ссылка](#) (дата обращения 01.12.2020).
- 5) *Л.С. Сосенкова, Е.М. Егорова*. Наночастицы серебра малого размера для исследований биологических эффектов // Журнал физической химии. 2011 Т. 85 № 2. С. 1–10.
- 6) *А.И. Марахова, Я.М. Станиславский* и др. Фармация будущего: нанолечения и методы их анализа // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2015 № 1(10). С. 72–78.

## Поверхностно-активные вещества, пены и методы повышения их стойкости для получения эффективных пенобетонов

Автор:	ПЛУЖНИК Дарья Сергеевна, ученица 9 Б класса ГБОУ «Белгородский инженерный юношеский лицей-интернат»
Научный руководитель:	НЕЦВЕТ Д.Д., инженер кафедры материаловедения и технологии материалов БГТУ им.Шухова
Научный руководитель:	СОВОЛЕВСКАЯ М.В., руководитель научного общества «Открой себя» ГБОУ «Белгородский инженерный юношеский лицей-интернат»

**Цель проекта:** Изучение особенностей пенообразователей для ячеистых бетонов (пенобетонов).

Цель проекта обусловила постановку следующих **задач**:

- 1) Изучить литературные источники по тематике поверхностно-активные вещества, пенообразователи, пены и ячеистые бетоны (пенобетоны);
- 2) Определить основные характеристики промышленно применяемых пенобетонов;
- 3) Изучить влияние дозировки пенообразователя на свойства пены, исследовать способы повышения стойкости пен;
- 4) Изучить макроструктуру пены при введении базальтовой фибры и дисперсного мела;
- 5) Исследовать влияние минеральных стабилизаторов пены на физико-механические свойства пенобетона
- 6) Провести экономическое обоснование использование пены с добавлением волокон фибры и дисперсного мела.

### Выводы

- 1) Проведен литературный обзор по теме исследования;
- 2) Проведены исследования промышленных пенообразователей и сравнены их характеристики. Белковые пенообразователи имеют большую стойкость, но при этом пены на их основе имеют меньшую кратность. На синтетических пенообразователях наоборот, пены имеют высокую кратность но быстро оседают;
- 3) Изучено влияние дозировки пенообразователя на свойства пены. Для всех пенообразователей была найдена оптимальная дозировка, которая колеблется в пределах 5 – 7 %;
- 4) В ходе работы был рассмотрен способ стабилизации пен методом введения базальтовой фибры и дисперсного мела.
- 5) Была изучена макроструктура пены ввиду введения волокон фибры и дисперсного мела
- 6) При исследовании влияния минеральных стабилизаторов пены на физико-механические свойства пенобетона, выяснилось, что коэффициент теплопроводности снижается, следовательно повышаются теплоизоляционные свойства.
- 7) С точки зрения экономического обоснования применение волокон фибры и дисперсного мела в пенообразователь значительно повысит себестоимость изделий (30% от изначальной цены), но качественно улучшит физико-механические характеристики пенообразователей.

## Нарушение экологического баланса инвазивным видом *Heracleum Sosnowskyi* на территории городского округа Домодедово: перспективы использования фуранокумаринов *H.Sosnowskyi*

Автор:

ПОМОШНИКОВА Вероника, 10 класс МАОУ Востряковский лицей №1, г.Домодедово

Научный руководитель:

ШИНКАРЕНКО Е.Н., учитель биологии МАОУ Востряковского лицея №1, г.Домодедово

**Актуальность:** реализация 15.8 цели Повестки дня в области устойчивого развития до 2030 года; реализация Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в области сохранения биологического разнообразия;

**Объект исследования** – инвазия *Heracleum sosnowskyi*.

**Предмет исследования** – факторы, влияющие на численность и скорость распространения; полезные свойства *Heracleum sosnowskyi*.

**Цель исследования:** Предложить алгоритм действий по управлению численностью инвазивного вида, план мероприятий по компенсации его влияния на экосистему, а также продуктивный способ его использования и переработки.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи:**

- Выявить наиболее агрессивный инвазивный вид для региона.
- Изучить биологическое строение и морфологические особенности конкретного инвазивного вида.
- Определить точки влияния на численность и скорость распространения данного инвазивного вида, территории наибольшего поражения *H.sosnowskyi* в городском округе Домодедово, эффективность реализуемых на территории региона мер по борьбе с *H.sosnowskyi* и способов мониторинга его появления в экосистеме.
- Опытным путем проверить возможность выделения фуранокумаринов в *H.sosnowskyi*, проведя эксперимент: "Выделение фуранокумаринов".
- Проанализировать и обобщить полученные результаты. В работе использовала следующие методы исследования: теоретические (логические) – изучение, анализ, сравнение, обобщение литературы по данной проблеме; эмпирические (практические) – наблюдение, эксперимент, измерение, моделирование и обработка результатов.

**Научная новизна работы:** В настоящее время важно решить проблему внедрения чужеродных видов в экосистемы. Предложен оригинальный способ утилизации *H.sosnowskyi*, основанный на использовании его в фармакологии в качестве сырья для производства лекарственных препаратов, содержащих фуранокумарины.

**Практическая значимость работы:** Определена степень распространения *Heracleum sosnowskyi* на территории Домодедовского округа. Проанализированы применяемые в округе меры (исследования, разработки) по уничтожению и переработке *H.sosnowskyi*. Предложен комплекс мер по борьбе с *H.sosnowskyi* и поддержанию относительного постоянства экосистемы на пораженных *H.sosnowskyi* территориях. Экспериментальным путём проверено наличия содержания фуранокумаринов в стеблях *H.sosnowskyi*. Изложен ряд свойств фуранокумаринов, позволяющий использовать их в медицине и фармакологии.

**Результат:** Сформулированы алгоритм действий по управлению численностью инвазивного вида, план мероприятий по компенсации влияния инвазивного вида на экосистему, а также предложен оригинальный способ утилизации *H.sosnowskyi*, основанный на использовании его в фармакологии в качестве сырья для производства лекарственных препаратов, содержащих фуранокумарины.



**Выводы:** Удалось справиться со всеми поставленными задачами. Цель достигнута. Установлено, что на территории округа Домодедово выявлено заражение земель инвазивным растением *H.sosnowskyi*, применяются различные методы борьбы с растением *H.sosnowskyi* и осуществляется эффективный мониторинг распространения *H.sosnowskyi*.

Наш способ борьбы с инвазией отличается эффективностью, надежностью и частичной окупаемостью за счет переработки собранного сырья. Срок изъятия земель из сельскохозяйственного оборота незначителен. Его применение защищает от повторного заражения территории (т.к. проводится формирование дернового покрова посевом семян культурных растений).

Проведен эксперимент “Выделение фуранокумаринов из *H.sosnowskyi* “. Доказано, что борщевик можно использовать, как источник ценного фармакологического сырья для производства лекарственных препаратов, содержащих в своем составе фуранокумарины. Выход продукта составил 6,41

#### Источники информации:

- 1) *Абрамова Л.М., Девятова Е.А., Штекер Л., Чернягина О.А.* К характеристике ценопопуляций борщевика Сосновского в городе Петропавловске-Камчатском // Научные ведомости НИУ БелГУ Серия: Естественные науки. 2014. Т. 26. № 3 (174). С.5-8.
- 2) *Балакин В.А., Комиссаров К.Г., Кузнецов К.Ю., Миронова О.Н., Гришичев Н.Н., Комарова В.Н., Шулакова Т.В., Малинникова Н.А.* Экологический атлас городского округа Домодедово, 2015
- 3) *Есипенко Л. П.* Биологические инвазии как глобальная Экологическая проблема юга России // Юг России: экология, развитие. 2012. №4.
- 4) Закон Московской области № 191/2014-ОЗ «О благоустройстве в Московской области»
- 5) *Купов И.С., Золотарева М.С.* «Разработка метода выделения пектина и фуранокумаринов из Борщевика Сосновского»
- 6) *Смолин Н. В., Бочкарев Д. В., Никольский А. Н.* Поиск путей борьбы с борщевиком Сосновского продолжается // Защита и карантин растений. 2011. №8, Сю 26-28.
- 7) ТЕНДЕР №084XXXX “Оказание услуг по уничтожению борщевика Сосновского на территории городского округа Домодедово Московской области”. Договор №350XXXX от 5 июня 2018
- 8) *Шклярёвская О., Якимович Е.* Стратегии борьбы с борщевиком // Наука и инновации. 2019. №195, С. 74-75.
- 9) *Юрлова Л.Ю., Черняк Д.М., Кутювая О.П* Фуранокумарины *Heracleum sosnowskyi* и *Heracleum moellendorffii* // Тихоокеанский медицинский журнал. 2013.
- 10) Бестужева лавка, Режим доступа: [Ссылка](#) (дата обращения: 20.12.2020).
- 11) ПРО БОРЩЕВИК, Режим доступа: [Ссылка](#) (дата обращения: 20.12.2020).
- 12) Global Invasive Species Programme, Режим доступа: [Ссылка](#) (дата обращения: 20.12.2020).
- 13) РГАУ-МСХА зооинженерный факультет, Режим доступа: [Ссылка](#)
- 14) Чёрная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России, Режим доступа: [Ссылка](#)(дата обращения: 20.12.2020).
- 15) Чужеродные виды на территории России, Режим доступа: [Ссылка](#) (дата обращения: 20.12.2020).

**Приложение:** фотоматериал с проведенного эксперимента.



Рис. 1. Колба с измельченными высушенными стеблями борщевика и раствором соляной кислоты



Рис. 2. Экстракция



Рис. 3. Фильтрация экстракта



Рис. 4. Подщелачивание экстракта



Рис. 5. Выпадение желтого осадка после кипячения экстракта с  $pH=8$

## Влияние сенной палочки (*Bacillus subtilis*) на скорость прорастания пшеницы (*Triticum*)

Автор:

ПОПОВА Мария, Биоквантум ГАУ ДО «Детский технопарк «Кванториум»

Научный руководитель:

АНТОНЕНКО Юлия Александровна

**Целью**, представленной нами работы, является доказательство того, что использование сенной палочки ведёт к увеличению скорости прорастания семян пшеницы и дальнейшего роста растения.

**Задачи:** изучить специальную литературу по данной теме; вырастить бактерии в водном растворе отвара сена с добавлением  $\text{CaCO}_3$ ; колонизировать бактерии на питательной среде питательной средой МПА провести микроскопирование образцов; провести обработку почв раствором сенной палочки; провести наблюдение за прорастанием семян злаковых культур; обеспечить протоколирование наблюдений

Эта работа очень **актуальна**, потому что сейчас людям нужно получать большое количество пшеницы, т.к. её используют во многих отраслях, но не всегда можно собрать хороший урожай, потому что большинство культур погибает из-за болезней, в этом случае отлично подойдёт сенная палочка. Она обладает огромным спектром полезных свойств, обеззараживает почву и ускоряет рост растений (особенно злаковых).

Данная работа проводится на базе ГАУ ДО Брянской области «Детский технопарк «Кванториум» под руководством Антоненко Ю.А. В ходе работы была использована методика выращивания и разведения сенной палочки. Для работы мы использовали приготовленный нами раствор сенной палочки, пророщенную нами пшеницу и оборудование.



Рис. 1. Приготовление раствора сенной палочки

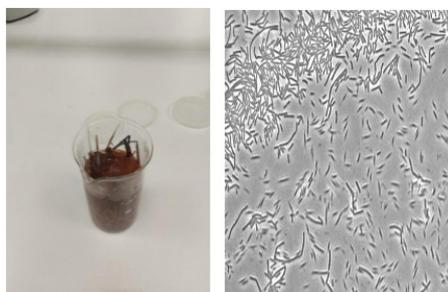


Рис. 2. Настоявшийся в течение 5 дней раствор сенной палочки/ сенная палочка под микроскопом



Рис. 3. Рассадка по чашкам Петри злаковых культур и обработка почв раствором сенной палочки



Рис. 4. 2 дней после посадки



Рис. 5. Результат за 5 дней эксперимента



Диаграмма 1

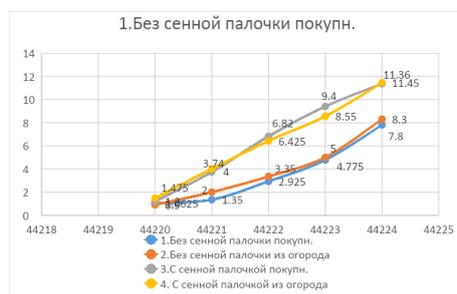


График 1

**В результате исследования** получен маточный раствор сенной палочки и чистая культура, выращенная на питательной среде МПА в лабораторных условиях. По итогам работы было установлено, что сенной палочки (*Bacillus subtilis*) влияет на период прорастания и скорость роста пшеницы. В ходе работы выяснилось, что раствор с сенной палочки (*Bacillus subtilis*) обладают бактерицидными и антисептическими свойствами, т.к. в образцах поливаемых раствором сенной палочки не выросли споры плесени.

#### Источники информации:

- 1) Сенная палочка: [Электронный ресурс] [Ссылка](#) (дата обращения 25.12.2020).
- 2) Сенная палочка для человека вред и польза: [Электронный ресурс] [Ссылка](#) (дата обращения 27.12.2020).
- 3) *Е. М. Васильева, Т. В. Горбунова, Л. И. Кашина* эксперимент по физиологии растений в средней школе пособие для учителей Москва «Просвещение» 1978
- 4) *El-Hamshary O.I.M., Abo-Aba S.E.M., Awad N., Goma A.M.* Genetic profile of *Bacillus subtilis* indigenous isolates and their performance as Bio-control agent against the plant pathogen *Fusarium oxysporum* // Res.J.Cell Mol.Biology. 2008. V. 2. P.30-38.

## Конструирование и усовершенствование фотополимерного принтера в домашних условиях

Автор:

РОДИВИЛОВ Артём Александрович, МАОУ Лицей

Научный руководитель:

КЛЁНОВА Ирина Васильевна, учитель физики в МАОУ Лицей

**Цель работы** – сконструировать и усовершенствовать фотополимерный принтер.

Работа посвящена изготовлению фотополимерного 3D принтера. Одной из перспективных технологий 3D печати является DLP печать. Являясь разновидностью фотополимерной печати, она демонстрирует высочайшую точность, при этом имея неплохую скорость. Именно эта технология была выбрана за основу создаваемого 3D принтера.

В конструкции принтера большое количество сложных деталей, они были напечатаны на FDM принтере, собранном ранее. В итоге была сконструирована и усовершенствована рабочая модель фотополимерного 3D принтер в домашних условиях.

После сборки принтера была произведена успешная печать. В будущем планируется работа по усовершенствованию принтера, по улучшению качества печати, повышению надёжности и увеличению срока службы принтера.

### Источники информации:

- 1) [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org)
- 2) [3dtoday.ru](http://3dtoday.ru)

## Оптимизация контроля и управления влажностью почвы при промышленном выращивании сельскохозяйственных культур и в городских парковых зонах

Автор:

РОМАНЧЕНКО Егор Юрьевич, МБОУ “Лицей №136”, г.Новосибирск

Научный руководитель:

ВАЛЮХОВА Светлана Викторовна, учитель информатики высшей категории МБОУ “Лицей №136”

**Цель работы:** создание собственной эффективной системы автономного автоматизированного контроля и управления влажностью почвы, дополненного умным освещением.

В **задачи** работы вошло: изучение литературы, разработка, сборка, настройка и отладка системы, монтаж демонстрационного стенда и проведение опытных испытаний.

В работе использованы следующие **методы**:

- 1) Анализ и сравнение существующих систем
- 2) Моделирование
- 3) Формализация – отображение выбранного алгоритма работы системы в программном коде
- 4) Тестирование

**Актуальность** проекта заключается в возможности контроля и управления максимально комфортным для растения режимом полива, минимизации затрат на создание системы, доступности сборки по предложенной схеме для широкого потребителя. Автономный режим работы системы делает её более надёжной и безопасной и, кроме того, позволяет использовать в случае отсутствия электросети. В варианте использования системы в парковой зоне она дополнена умным освещением, ориентированным на степень естественной освещённости и наличие динамического объекта.

В **ходе работы** выполнен анализ предлагаемых на рынке систем автополива. Сконструирована и собрана действующая модель системы, основанная на использовании платы Arduino, применены методики программирования микроконтроллера. Умное освещение реализовано на основе фоторезистора и датчика расстояния. Проведён двухнедельный тест системы. Смонтирован демонстрационный стенд с имитацией парковой зоны.

Принцип, заложенный в созданную систему позволяет: создать комфортные условия роста растения, увеличить урожайность за счёт более качественного и своевременного полива, рационально расходовать воду и электроэнергию при поливе, обеспечивать полив в автономном режиме.

Такой подход может быть использован в городской парковой зоне и при промышленном выращивании сельскохозяйственных культур. В этом случае участок делится на поливочные блоки, в контрольных точках устанавливаются датчики влажности, вода подаётся по магистральному трубопроводу, а затем - по распределительной системе.

Качество собранного стенда позволяет использовать его на уроках робототехники для наглядной демонстрации работы датчиков.

Работа системы представлена здесь: [Ссылка](#)

### Источники информации:

- 1) *Алба В.Д.* “Методика расчёта и эксплуатации систем капельного орошения” // газета “Химия. Агрономия. Сервис.” №47-50
- 2) “Монтаж системы автополива” [Электронный ресурс] [Ссылка](#) (дата обращения 10.01.2021)
- 3) “Орошение полей. Системы автоматического полива для полей. Особенности орошения и фертигации овощных культур” [Электронный ресурс] URL: [Ссылка](#) (дата обращения 13.01.2021)
- 4) “Программирование Ардуино” [Электронный ресурс] [Ссылка](#) (дата обращения 22.12.2020)



Приложение

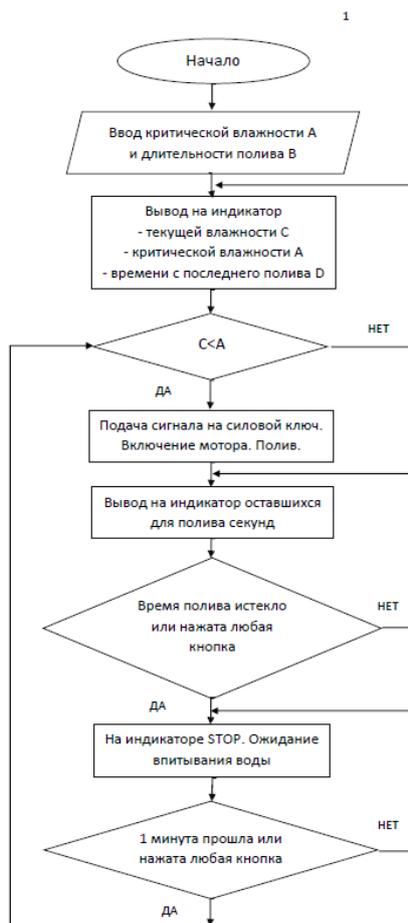


Рис. 1. Алгоритм работы системы полива



Рис. 2. Комплектующие: плата Arduino, датчик влажности почвы, мембранный насос, силовой ключ, LED индикатор, 2 кнопки, Trema Shield, коннектор PowerJack, аккумулятор 12В, преобразователь напряжения 12В->5В, солнечная батарея, датчик расстояния, фоторезистор, светодиоды



Рис. 4.

Слева. Подключение преобразователя к аккумулятору и проверка работоспособности  
В центре. Установка и компоновка элементов в корпусе  
Справа. Установка индикатора и кнопок



Рис. 5. Слева. Монтаж завершен  
В центре. Внутренний вид  
Справа. Корпус устройства



Рис. 6. Слева. Парковая зона  
В центре. Стенд в собранном виде  
Справа. Фонари. При изготовлении фонарей для стенда были использованы плафоны елочной гирлянды,  
корпуса авторучек и светодиоды.

## Цифровая выставка в среде Unreal Engine как результат исследования культурного наследия Республики Башкортостан

<b>Автор:</b>	СЕЛИВАНОВ Владимир Константинович, МБОУ «Лицей №153», г. Уфа, Республика Башкортостан 9 класс физико-математического профиля
<b>Научный руководитель:</b>	МАЯКОВА Светлана Алексеевна, к.ф.-м.н., доцент Уфимского государственного авиационного технического университета
<b>Научный руководитель:</b>	СЕЛИВАНОВА Марина Валерьевна, к.т.н., доцент Уфимского государственного авиационного технического университета

**Актуальность работы:** Основой государственной политики России является культурная самобытность ее народов. Изучить, систематизировать и сохранить их культурное наследие – актуальная задача современного цифрового мира. Разработанная интерактивная выставка предназначена для знакомства самого широкого круга людей с природным и культурным наследием Республики Башкортостан с использованием современных информационных технологий, что особенно актуально в период пандемии и самоизоляции. Кроме того создание интерактивных виртуальных выставок – это один из перспективных способов обучения, который предпочитают использовать современные школьники. Он способствует повышению эффективности обучения в сочетании с традиционными занятиями в школе, а также пригоден для самообразования.

**Цель исследования:** Спроектировать и создать интерактивную виртуальную выставку, предназначенную для демонстрации природного и культурного наследия Республики Башкортостан, доступную для использования каждому человеку даже в период самоизоляции.

**Практическая ценность работы.** Интерактивная виртуальная выставка предназначена для применения на уроках по дисциплинам «Основы духовной и нравственной культуры» и «Истории и культуры Башкортостана» в средних общеобразовательных учреждениях. Проведена апробация программы в МАОУ «Лицей № 42» г. Уфы.

**Описание работы.** Благодаря своему географическому расположению, многообразию исторического, культурного, экономического и политического развития региона Республика Башкортостан относится к числу субъектов Российской Федерации, которые насыщены недвижимыми объектами культурного наследия, в том числе уникальными, имеющими всемирное значение. В работе рассмотрен способ передачи культурного наследия через использование интерактивной «Выставки к столетию Республики Башкортостан», созданной в программе Unreal Engine 4. Разработанная выставка представляет собой двухэтажное здание с террасами, расположенное в ущелье между гор. Выставка содержит описания достопримечательных мест республики, национальных башкирских узоров, костюмов и народных промыслов, памятных монет и другие. Для выставки в программе созданы различные объекты: картины, поворотные стенды, статичные штендеры и интерактивные инсталляции. На выставке есть несколько таких интерактивных объектов, рассказывающих посетителям об уникальных природных уголках Башкортостана, таких как водопад Кук-Караук, озеро Сарва, заповедник Шульган-таш и другие. Короткие информационные сообщения о достопримечательностях дополняются красивыми видами природы и звуковыми эффектами: шумом воды, капели, пением птиц. Такую интерактивную выставку-презентацию можно определить как наиболее востребованный способ передачи культурных ценностей, который предпочитает использовать современное молодое поколение в эпоху цифровых технологий.

Разработанная интерактивная выставка была использована на уроках «Основы духовной и нравственной культуры» и «История и культура Башкортостана» в средних классах и на занятиях по внеурочной деятельности в МАОУ «Лицей № 42». Тестирование проходило отдельно среди учеников 5-6 классов и 7-8 классов. Проводилась проверка знаний учеников в области природных достопримечательностей и культурных ценностей, представленных на интерактивной виртуальной выставке. Результаты тестирования были оформлены в виде круговых диаграмм.

**Выводы:**

- 1) Изучены основные культурные ценности и природные достопримечательности Республики Башкортостан, подготовлен материал для информационного наполнения интерактивной выставки;
- 2) Создана интерактивная выставка в программе Unreal Engine 4, которая предназначена для демонстрации природного и культурного наследия с использованием современных информационных технологий, что особенно актуально в период пандемии и самоизоляции;
- 3) Получены навыки разработки алгоритмов и 3D моделей в среде Unreal Engine 4;
- 4) Разработаны программы на языке BluePrint для интерактивной работы элементов выставки с пользователем;
- 5) Проведено тестирование знаний школьников МАОУ «Лицей №42» г. Уфы в области природных достопримечательностей и культурных ценностей Республики Башкортостан с помощью разработанной интерактивной выставки.

**Источники информации:**

- 1) Культурное наследие. Википедия. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (дата обращения: 14.02.2021).
- 2) Культурное наследие. Финансовый словарь. [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (дата обращения: 12.02.2021).
- 3) Республика Башкортостан - обладательница уникальных объектов культурного наследия всемирного значения [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (дата обращения: 15.02.2021).
- 4) Хроника событий [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (дата обращения: 15.02.2021).
- 5) Культура Башкортостана [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (дата обращения: 14.02.2021).
- 6) Культурное наследие и механизмы его освоения [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (дата обращения: 12.12.2020).
- 7) Культура как механизм социального наследования [Электронный ресурс]. [Ссылка](#) (дата обращения: 15.02.2021).
- 8) Unreal Engine 4. [Электронный ресурс] – [Ссылка](#) (дата обращения: 11.02.2021).

## Сравнительный анализ эффективности разных способов обработки кожи рук

Автор:

СЕНДИК Злата, ученик 9 в класса МБОУ «Лицей №106 «Содружество» городского округа город Уфа Республики Башкортостан

Научный руководитель:

РОЖКОВА Ю.В., учитель биологии

### Задачи:

- 1) Выяснить, какими средствами гигиены и как часто пользуются школьники во время нахождения в школе.
- 2) Провести исследование качественного состава микрофлоры кожи грязных и обработанных (влажными салфетками, жидким антисептиком, после мытья мылом) рук школьников.
- 3) Провести анализ полученных результатов бактериологических исследований.
- 4) Сравнить результаты и сделать выводы об эффективности различных способов обработки рук

По данным современных ученых руки человека грязнее, чем перила эскалаторов или скамеек в парке, а кожа рук впитывает несколько миллионов бактерий, больше чем кухонная губка. Наши руки постоянно дотрагиваются до глаз, носа и рта, перенося микробы на слизистые, где они находят благоприятные условия для размножения. Соблюдение правил личной гигиены позволяет избежать большинства инфекционных заболеваний. Сегодня существует много различных способов очищения кожи рук (антисептики, влажные салфетки и т.д.), производители которых обещают уничтожение 99% микроорганизмов и увлажнение кожи. Люди стали все чаще использовать данные средства, забывая о простом и эффективном способе гигиены — мытье рук с мылом.

**Цель** — сравнить влияние различных способов очищения кожи рук на содержание микроорганизмов.

Нормальная микрофлора кожи представлена двумя видами микроорганизмов:

- 1) резидентная — постоянная  $10^2 - 10^3$  на  $1 \text{ см}^2$  (эпидермальный стафилококк, ацинетобактерии, коринобактерии, дрожжевые грибы);
- 2) транзитная - временно существующая (кишечная палочка, энтеробактерии, золотистый стафилококк, сальмонеллы, стрептококки, гельминты, грибы и др. микроорганизмы)

Мною проведено анкетирование среди 28 школьников (10 мальчиков и 18 девочек). Согласно проведенному мной опросу, 70% школьников для очищения кожи рук пользуются влажными салфетками или антисептиком. 57% школьников обрабатывают руки всего 1-2 раза за время нахождения в школе, причем 7% вообще не обрабатывают руки. Более 50% школьников считают использование салфетки и антисептика эффективнее мытья рук с мылом.

Эксперимент разделен на 2 этапа:

1-ый этап. Забор материала у 15 школьников осуществляется стерильной ватной палочкой. Сначала забор с «грязных» рук, затем испытуемый обрабатывает руки влажной салфеткой и жидким антисептиком, повторный забор материала после полного высыхания кожи.

2-ой этап. Забор у 15 школьников. Сначала произведен забор материала с «грязных» рук. Затем испытуемый тщательно моет руки мылом в течении 20 секунд, вытирает сухой чистой салфеткой, далее производится повторный забор материала.

**Результаты исследования** С грязных рук школьников рост бактерий наблюдался в 80% случаях, в трех посевах роста не было. В 92% положительных посевов наблюдался ассоциативный рост микрофлоры. После обработки рук влажными салфетками в 67% посевах наблюдался рост микроорганизмов. После обработки рук жидким антисептиком в 74% посевах наблюдался рост микроорганизмов. После мытья рук мылом в 53% посевах роста микрофлоры не наблюдалось. Таким образом, выявлена высокая эффективность мытья рук с мылом в сравнении с другими способами гигиенической обработки, такими как обработка рук влажными салфетками и жидким антисептиком.



**Источники информации:**

- 1) *Кальченко Е.И.* Гигиеническое обучение и воспитание школьников: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1998.
- 2) *Камышева К.С.* Основы микробиологии и иммунологии. - Ростов-на-Дону, 2018 — с. 382
- 3) Гигиена рук и использование перчаток в ЛПУ. Под ред. Академика РАЕН *Зуевой Л.П.* - 2007
- 4) *Шлегель Г.Х.* Общая микробиология. - М.: Мир, 1987. - с.566
- 5) *Черкес Ф.К., Богоявленская Л.Б., Бельская Н.А.* Микробиология. - Москва, 1986 — с.512
- 6) [http://molbiol.wiki\(\)\\_/](http://molbiol.wiki()_/)
- 7) <http://atlas.sund.ku.dk/mikroatlas/veterinary/bacteria/>
- 8) [http://.com/gigiena-sanepidkontrol\\_733/mikroflora-koji-49898.html](http://.com/gigiena-sanepidkontrol_733/mikroflora-koji-49898.html)
- 9) <http://probakterii.ru/prokariotes/for-human/bakterii-nf-rukah.html>
- 10) <http://grandars.ru/college/medicina/mikrobiologiya.html>

## Оценка качества воды Молдаванского пруда с целью предложения рекомендаций по его оздоровлению

Автор:	СЕРГИЕНКО Юлия Александровна, 11 класс, ГБОУ «Курчатовская школа», г. Москва
Научный руководитель:	КАРГАПОЛЬЦЕВА Ирина Анатольевна, преподаватель школы ЦПМ
Научный руководитель:	ПОНОМАРЕВА Наталья Леонидовна, преподаватель школы ЦПМ

Одной из форм использования водных систем является использование их для рекреационных целей. От одного отдыхающего в прибрежной зоне ежедневно может накапливаться 1,4 г общего фосфора и 14 г общего азота. В непроточных водоемах из-за поступления больших объемов органических и биогенных веществ начинают интенсивно развиваться водные организмы, а у воды появляется неприятный привкус и запах, повышается цветность. Ухудшение качества воды делает невозможным дальнейшее использование водоема для целей отдыха. Молдаванский пруд расположен в селе Завьялово (Завьяловский район, Удмуртская Республика). На берегу водоема находится популярная база отдыха Удмуртии. В последние годы в водоеме регулярно наблюдается цветение воды, у неё появился неприятный запах. Сведений о Молдаванском водоеме в «Государственном докладе о состоянии и охране окружающей среды», ежегодно публикующемся в Удмуртии, нет. Гидрологический пост отсутствует (Гагарина, 2010). Таким образом, оценка экологического состояния Молдаванского пруда ранее не проводилась. Для того чтобы разработать рекомендации по оздоровлению водоема, необходимо оценить качество его воды и выявить точки с наибольшим загрязнением.

**Цель** – оценить качество воды Молдаванского пруда методами гидрохимического анализа и биоиндикации с целью предложения рекомендаций по его оздоровлению.

### Задачи:

- 1) Провести анализ некоторых химических и органолептических показателей воды Молдаванского пруда.
- 2) Выявить видовой состав рыб и их соотношение по типу питания
- 3) Оценить качество воды в водоеме методами биоиндикации по видовому составу рыб
- 4) Выявить видовой состав макрозообентоса
- 5) Оценить численность и биомассу макрозообентоса на станциях исследования
- 6) Описать процентное соотношение разных групп макрозообентоса по биомассе на станциях исследования
- 7) По шкале С.П. Китаева (1984) оценить уровень трофности водоема
- 8) Предложить рекомендации по оздоровлению водоема

**Гипотеза:** Молдаванский пруд является загрязненным.

**Методика: 1. Гидрохимический анализ.** Исследования проводились в июле 2020 г. На Молдаванском пруду было заложено 7 станций отбора проб (рис. 1). Станции закладывались с учетом возможности подхода к воде, гетерогенности биотопов. Для отбора проб воды применялся батометр Паталаса, для хранения проб воды применялись трехлитровые банки. Банки, которые предварительно тщательно промывались и ополаскивались отбираемой для анализа водой, заполнялись до верха и закрывались крышкой во избежание попадания воздуха. Отобранная проба воды этикетировалась: указывалось наименование пробы, место, дата и время отбора (ГОСТ Р 51592-2000). Анализы проводились в трехкратном повторении. Определение запаха, прозрачности, цветности отобранных проб воды производилось на месте в полевых условиях (Зоетман, 1984). Для определения цветности воды заполнили каждую пробирку исследуемой водой на высоту 10-12 см и, рассматривая пробирку на темном фоне при достаточном боковом освещении, в соответствии с методикой (Зоетман, 1984) установили цветность воды в баллах. Для определения запаха наполнили пробирку водой, закрыли пробками, и, поочередно открывая их, определяли запах воды (Зоетман, 1984;

Показатели качества воды, Электронный ресурс). Прозрачность воды в реке определялась диском Секки. На каждой точке отбора указывались преобладающие виды растений и грунт.

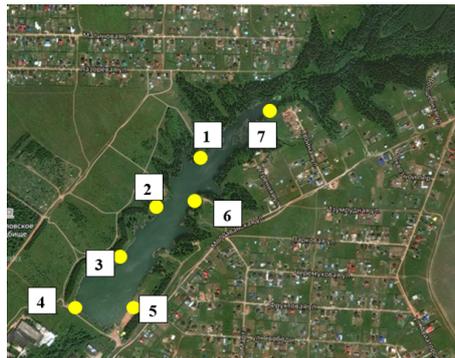


Рис. 1. Станции отбора проб

**2. Определение видового состава рыб.** Ихтиофауна Молдаванского пруда изучалась методом опроса рыбаков-любителей и осмотра их уловов, а также крючковыми рыболовными снастями. Всего было осмотрено 186 экземпляров рыб. Для каждого из отловленных экземпляров рыб устанавливали его видовую принадлежность в соответствии с современными сводками по систематике пресноводных рыб (Аннотированный каталог..., 1998; Атлас..., 2003). Отношение рыб к определенному трофическому типу определялось согласно литературным данным (Котегов, 2006). Оценка качества воды методами биоиндикации с использованием Атласа сапробных организмов (Унифицированные методы ..., 1977).

**3. Исследование макрозообентоса.** С помощью гидробиологического скребка было отобрано 14 проб – 7 количественных и 7 качественных. Отобранный грунт промывался в сите. Выборка организмов проводилась пинцетом, макрозообентос складывался в банки и фиксировался спиртом, отобранный материал подписывался. При сборе бентоса также отмечались такие гидробиологические показатели как: температура воды, глубина воды в точке отбора пробы, общее проективное покрытие дна водными растениями. Визуально определялся тип грунта на каждой станции отбора проб. Видовой состав макрозообентоса определялся по доступным определителям (Кутикова, 1977; Определитель..., 1999; Садырин, 2007; Татаринев, 2009; Определитель..., 2016) при помощи бинокля и микроскопа. Биомассу макрозообентоса после обсушивания на фильтровальной бумаге до исчезновения мокрых пятен определяли в кабинете экологии УдГУ взвешиванием на торсионных весах ВТ-500, крупные организмы взвешивали на технических весах с точностью до 0,001 г. Общую численность рассчитывали в показателях плотности – N, экз/м<sup>2</sup>, биомассу – В, в г/м<sup>2</sup>. По шкале С.П. Китаева оценивали уровень трофности водоема на разных станциях исследования (Китаев, 1984 г.).

### Выводы:

- 1) Вода в Молдаванском пруду практически по всем показателям соответствует ПДК для рыбохозяйственных водных объектов (таблица 1). Однако выявлены превышение ПДК р/х на станциях исследования напротив Базы отдыха «Молдаванский пруд» по нитрит-ионам, нитрат-ионам, железу общему, что связано с попадаем стоков с Базы отдыха. По содержанию фосфатов изучаемый водоем относится к эвтрофным водоемам.

№ пробы	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	Норматив для рыбохозяйственных водных объектов
Прозрачность (см)	35	30	40	25	18	20	35	
Цветность (градус)	20	20	30	30	60	80	30	До 50
Запах (в баллах)	0	0	0	0	2	2	1	Не должна иметь посторонних запахов (до 2 баллов)
pH	7,6	7,8	8,3	7,9	8,1	7,9	7,6	6,5-8,5
Хлориды, мг/л	18,3	22,6	19,6	23,2	28,2	32,7	24,5	300
Аммоний, мг/л	0,05	0,58	0,72	0,56	0,82	0,78	0,64	1,0
Нитраты, мг/л	0,02	0,04	0,04	0,06	0,16	0,18	0,04	0,08
Нитриты, мг/л	30,8	32,5	30,4	28,5	38,5	36,1	30,5	40
Железо, мг/л	0,03	0,08	0,05	0,06	0,15	0,2	0,06	0,1
Сульфаты, мг/л	42,5	51,8	43,4	64,8	110,6	102,5	38,4	100
Гидрокарбонаты, мг/л	274	357,6	280,5	364,5	442,5	436,5	320,7	1000
Фосфаты, мг/л	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,05 (по Р) - олиготрофные 0,15 (по Р) - мезотрофные 0,2 (по Р) - эвтрофные водоема

Таблица 1. Показатели воды

- 2) В Молдаванском пруду выявлено обитание 13 видов рыб, среди которых доминирует отряд Карпообразные (таксономический список выявленных рыб, приложения). В него входит 10 видов рыб из семейств карповые и вьюнковые. Наибольшее количество выявленных видов рыб относится к зообентофагам и фитозоофагам (эврифагам).
- 3) В Молдаванском пруду было выявлено 86 видов и таксонов более высокого ранга организмов макрозообентоса из 46 семейств и 15 отрядов. Среди беспозвоночных по числу видов преобладают двукрылые (16), брюхоногие моллюски (12), стрекозы (11), жуки (10), клопы (9), поденки (8), олигохеты (7).
- 4) Средние значения плотности организмов макрозообентоса на станциях отбора проб изменялись от 63 до 324 экз/м<sup>2</sup>, биомассы – от 124 до 6779 мг/м<sup>2</sup> (рис. 2-3). Высокие значения биомассы и плотности на станциях исследования связаны с благоприятными условиями для развития брюхоногих моллюсков, личинок насекомых, особенно двукрылых и поденок (наличие макрофитов, детрита). Низкие значения биомассы отмечены на песчаных грунтах.



Рис. 2. Значения плотности (экз/м<sup>2</sup>) макрозообентоса в Молдаванском пруду

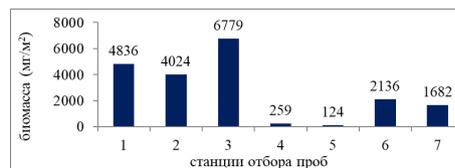


Рис. 3 Значения биомассы (мг/м<sup>2</sup>) макрозообентоса в Молдаванском пруду

- 5) Практически на всех станциях исследования по биомассе доминируют гастроподы и хирономиды. На станциях исследования № 2 и 3, а также № 6 в биомассе бентоценозов весомую долю составляют другие организмы, в том числе нимфы поденок, стрекоз. На станциях № 1, 4, 5, 6 среди бентоса весомую долю в бентоценозе занимают олигохеты (рис. 4).
- 6) По значениям биомассы макрозообентоса станции № 1-3 относятся к мезотрофным, станции № 4-5-6-7 – к олиготрофным.

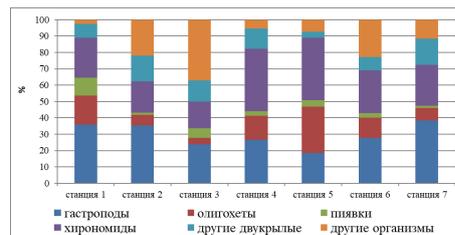


Рис. 4. Процентное соотношение биомассы разных групп макрозообентоса

### Рекомендации:

- 1) Начальным этапом восстановления водоема, является снижение поступления сточных вод с Базы отдыха «Молдаванская», вносящих наибольший вклад в содержание фосфора, азота, других загрязняющих веществ в водоеме.
- 2) Ввод в эксплуатацию очистных сооружений по очистке коммунально-бытовых сточных вод от базы отдыха, которые на данный момент отводятся в автономную канализацию. Отсутствует отведение ливневых сточных вод.
- 3) Защита от рассеянных источников воздействия путём создания элементов ландшафта, например, высадкой древесной и кустарниковой растительности, организацией водоохранных зон, укреплением береговой линии (Румянцев и др., 2000). Дополнительным эффективным методом может стать использование удобрений, не содержащих фосфор.



- 4) Для улучшения состояния водоема необходимо произвести выемку донных отложений на станциях 5 и 6, а также очистку грунта от твердых коммунальных отходов.

#### Источники информации:

- 1) Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 1998. – 220 с.
- 2) Атлас пресноводных рыб России. В 2-х т. М.: Наука, 2003. Т. 1. – 379 с.
- 3) Влияние показателей качества воды на здоровье человека [Электронный ресурс] [Ссылка](#) (дата обращения 22.07.2020).
- 4) Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. - М.: Наука, 1984. - 207 с.
- 5) Котегов Б.Г. Фауна и экология рыб малых рек Удмуртии. – Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2006. – С. 17-34.
- 6) Кутикова Л. А. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) / Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л.: Гидрометиздат, 1977. – 510 с.
- 7) Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 года №552 (зарегистрирован в Минюсте России 13.01.2017 № 45203) о нормативах качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения Российской Федерации [Ссылка](#) (дата обращения 30.07.2020).
- 8) О состоянии и об охране окружающей среды в Удмуртской Республике в 2016 г.: Государственный доклад. – Ижевск: Изд-во, 2017. – 261 с.
- 9) Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / Под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолыхина. – М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 457 с., ил., 6 с., 18 цв. вкл.
- 10) Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. Высшие насекомые / Под ред. С. Я. Цалолыхина. – СПб.: Зоологический ин-т РАН, 1999. – 998 с.
- 11) Румянцев В.А., Дробкова В.Г., Кондратьев С.А. Проблемы и пути восстановления умирающих озер // Вода и экология. – 2000. – №2. – С. 70-74.
- 12) Садырин В. М. Фауна европейского Северо-Востока России. Поденки (Ephemeroptera). Т. VI / В.М. Садырин, Ю. В. Лешко. – СПб.: Наука, 2007. – 276 с.
- 13) Татаринцов А. Г. Фауна европейского Северо-Востока России. Стрекозы. Т. X / А. Г. Татаринцов, О. И. Кулакова. – СПб.: Наука, 2009. – 213 с.
- 14) Унифицированные методы исследования качества вод. Ч.3: Методы биологического анализа вод. Прил. 2. Атлас сапробных организмов. – М.: Секретариат СЭВ, 1977. – 227 с.

#### Приложение. Таксономический список выявленных рыб Класс КОСТНЫЕ РЫБЫ – OSTEICHTHYES

- отряд Щукообразные – Esociformes
  - Семейство Щуковые – Esocidae
    - 1) Щука обыкновенная - *Esox lucius* (Linnaeus, 1758)
- Отряд Карпообразные – Cypriniformes
  - Семейство Карповые – Cyprinidae
    - 1) Плотва - *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)
    - 2) Елец обыкновенный - *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)
    - 3) Уклейка - *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)
    - 4) Линь - *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)
    - 5) Пескарь обыкновенный - *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)
    - 6) Сазан (каarp) – *Cyprinus carpio* L.
    - 7) Лещ - *Abramis brama* (Linnaeus, 1758)
    - 8) Карась серебряный - *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782)
    - 9) Карась золотой - *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)
  - Семейство Вьюновые – Cobitidae
    - 1) Вьюн - *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758)



- Отряд Окунеобразные – Perciformes
  - Семейство Окуневые – Percidae
    - 1) Окунь речной - *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758
    - 2) Ёрш обыкновенный - *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)

## Значение сна и влияние его нарушений на общее состояние человека

Автор:	СЛАВИНА Мария Юрьевна, ГБОУ №1173 г. Москва
Научный руководитель:	СОКОЛОВА Лариса Николаевна, учитель биологии ГБОУ №1173 г. Москва

**Цель работы:** изучить влияние качества сна на физиологическое состояние подростков в возрасте 15-17 лет.

### Задачи:

- 1) Проанализировать научную и научно-популярную литературу по теме исследования.
- 2) Провести собственные исследования.
- 3) Сделать выводы по результатам исследований, определить взаимосвязь.
- 4) Разработать рекомендации по организации сна.

**Актуальность темы.** Современный школьник находится в условиях постоянных нагрузок в виде уроков в школе, всевозможных дополнительных занятий, домашних заданий, подготовок к экзаменам. К загруженности процессом обучения добавляются также сложности перемещения в большом городе. В связи с вышеперечисленными обстоятельствами подростки часто сталкиваются с недосыпом, подвергаются постоянному стрессу, что приводит к хронической усталости. Наибольшее влияние на физиологическое состояние оказывает недостаток сна, так как сон – это возможность для организма восстановиться психологически и физически, запастись силой и энергией для нового рабочего дня. Нарушение качества сна или его дефицит приводят к сонливости, нарушениям памяти, трудностям с концентрацией внимания, а также снижению работоспособности.

Данная тема особенно актуальна не только для подростков, изучаемых в данном проекте, но и для всех людей, проживающих в крупных городах.

**Гипотеза.** Качество сна оказывает непосредственное влияние на физиологическое состояние человека на следующий день.

**Научная новизна.** Новизна данного проекта состоит в изучении определенной группы подростков, не участвующих ранее в подобных исследованиях.

**Теоретическая и практическая значимость.** Результаты данной работы помогут убедиться в значимости сна, его непосредственном влиянии на организм человека. Рекомендации, разработанные в ходе исследования, помогут рационально организовать режим дня и улучшить своё физиологическое состояние.

### Выводы.

В ходе приведенных исследований было изучено влияние качества сна на физиологическое состояние подростков в возрасте 15-17 лет. В результате анализа полученных данных было установлено, что чем спокойнее (отсутствие пробуждений, кошмарных сновидений) и продолжительнее сон, тем лучше физиологическое состояние на следующий день. Хорошее самочувствие – залог высокой работоспособности, а следовательно лучшего усвоения учебного материала. Поэтому главной задачей подростков являются установка правильного распорядка дня и, соответственно, организация сна.

### Источники информации:

- 1) *С.И. Колесников* «Биология: пособие-репетитор», 2014г.
- 2) *И.Ю. Павлов, Д.В. Вахненко, Д.В. Москвичев* «Новый репетитор по биологии для подготовки к ЕГЭ», 2018г.
- 3) «I.4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ Samuele Cortese, Anna Ivanenko, Ujjwal Ramtekkar, Marco Angrimano Более двух тысяч лет назад римский поэт и философ Лукреций описал сон, как «отсутствие ...»



- 4) <http://medictionary.ru/kak-nedosypanie-vliyaet-na-organizm/>
- 5) <https://super-mother.com.ua/kak-vliyaet-nedosypanie-na-organizm-cheloveka/>
- 6) <https://www.championat.com/lifestyle/article-3798763-cto-budet-s-vami-esli-ne-spat-neskolko-dnej.html>

## Изготовление зефира без сахара

Автор:

Д. А. СМЕРНОВА, ГБОУ СОШ №233, СПб

Научный руководитель:

З.В. БИРЮКОВА, учитель химии, ГБОУ СОШ №233, СПб

Технологии шагнули далеко вперед, что дает возможность создавать продукты питания с нужными человеку свойствами. В нашем мире у многих людей, к сожалению, проблемы со здоровьем. Им не рекомендуется употреблять в своем рационе вредные продукты.

У людей есть любимые сладости, от которых сложно им отказаться, например, зефир. Диетологи и средства массовой информации утверждают, что зефир – это одна из самых полезных сладостей. Но прочитав состав на этикетке, выясняется, что в покупном зефире не так много пользы из-за большого количества сахара, соответственно большой калорийности и гликемического индекса.

В покупном зефире присутствует большое количество веществ, улучшающих качество изделия: ароматизаторы, красители и консерванты. В зефире без консервантов много полезных микроэлементов и витаминов: витамин В2, витамин РР, железо, кальций, магний, натрий, калий, фосфор. Также в состав зефира входит агар-агар, который оказывает положительное воздействие на кости, мышцы и суставы.

Выбор темы обусловлен тем, что в моей семье есть человек, который болен диабетом. У таких людей из-за недостатка или полного отсутствия гормона инсулина не усваиваются быстрые углеводы. Человеку, который болен этим недугом, приходится почти полностью отказываться от продуктов, содержащих легкоусвояемые углеводы. К списку таких продуктов относят пищу, содержащую сахар в своем составе. Диетологи и средства массовой информации утверждают, что зефир – это одна из самых полезных сладостей. Но прочитав состав на этикетке, выясняется, что в покупном зефире не так много пользы из-за большого количества сахара, соответственно большой калорийности и гликемического индекса.

Очень сложно в супермаркетах и других магазинах найти сладости одновременно вкусные и полезные. Кроме этого незнающего покупателя очень часто обманывают. И вкусовые качества продукта всё равно не удовлетворяют полно. Рецептуру сладостей можно дальше совершенствовать, поэтому хочется создать кондитерское изделие - зефир, с наименьшим количеством простых углеводов. Кроме того было проведен опрос, на сколько эта проблема остра.

**Цель работы** - получить зефир с наименьшим количеством калорий и сахара, сделать его более полезным, путем замены некоторых продуктов или полное их исключение из оригинальной рецептуры

**Проблема:** можно ли изготовить зефир в домашних условиях?

**Гипотеза** – можно ли изготовить зефир в домашних условиях, который будет максимально похож на магазинное изделие, но будет более легким по калорийности?

**Задачи:**

- Изучить и систематизировать свойства и особенности сырья в зефире
- Узнать технологию приготовления зефира в заводских условиях
- Разработать рецептуру авторского изделия
- Изготовить зефир
- Сравнить авторское изделие с покупным зефиром по составу, внешнему виду, вкусовым качествам
- Сделать выводы

**Методы достижения целей:**

Теоретические: систематизация, анализ, сравнение, описание опытов

Практические: эксперимент, наблюдение



## **Заключение**

В результате проделанного исследования, удалось прийти к результатам. Был получен зефир с уменьшенной калорийностью, получилось полностью заменить сахар, при этом не испортить вкус изделия. Зефир получился более полезный, благодаря исключению красителей и консервантов, но из-за этого уменьшился срок годности.

Гипотеза, что можно сделать такой зефир в домашних условиях подтвердилась. Задачи были выполнены.

## **Рекомендации по авторской рецептуре:**

Важно использовать качественное сырье: хороший агар-агар, густое уваренное пюре.

В рецептуре важна точность, обязательно нужно использовать весы и термометр.

Без мощного миксера сложно получить плотную массу, поэтому, стоит обратить внимания на выбор миксера при изготовлении зефира.

Выше представленный рецепт, является базовым. Поэтому при изготовлении зефира можно заменить яблочное пюре на любое другое, но стоит подчеркнуть, что оно должно содержать достаточно большое количество пектина и белок тогда нужно заменить на 10 г сухого белка и перед началом изготовления соединить пюре с сухим белком и дать постоять 10 минут.

Зефир также можно ароматизировать любыми добавками на ваш вкус. Если добавка не содержит жир то её можно добавить в сироп: ваниль, корица, мята, лаванда. А если в добавке присутствуют жиры, то её нужно добавить непосредственно в готовую зефирную массу. Это шоколад, цедра, какао.

## **Возможные ошибки:**

Если масса не плотная, не застыла, имеет структуру пены, ли засахарилась, то возможно, была нарушена технология. Была недозвита белковая масса до вливания сиропа.

Сироп либо переварен, или наоборот не доварен.

Использован не качественный агар-агар, поэтому масса не застыла.

Сироп и белковая масса доведены до готового состояния одновременно.

Масса после вливания сиропа перевзбита, поэтому готовый зефир не имеет однородную структуру и выглядит как пена.

## **Предупреждения:**

Зефир не рекомендуется употреблять в большом количестве, так как при чрезмерном употреблении может оказывать слабительное действие. Кроме этого зефир не стоит употреблять людям с заболеваниями пищеварительного тракта.

Планируется дальше продолжать исследование, чтобы сделать более совершенную рецептуру.

## Анализ генетической структуры популяций *Bos grunniens* и *Bos taurus*

<b>Автор:</b>	СОКОЛОВА Мария Михайловна, ученица 10 «Н» класса ГБОУ ШКОЛЫ №2107
<b>Научный руководитель:</b>	СОЛОДНЕВА Евгения Владимировна, младший научный сотрудник лаборатории сравнительной генетики животных Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, аспирант кафедры биоинформатики и системной биологии МФТИ

**Цель:** Изучить особенности генетической структуры 13 популяций домашнего Яка, а также 144 популяций коров из разных регионов мира, включая аборигенные породы России.

Для достижения поставленной цели, решались следующие **задачи**:

- 1) Получить образцы биологического материала 100 особей Ярославской породы коров;
- 2) Выделить ДНК;
- 3) Обработать данные микросателлитного анализа (PCR-STR);
- 4) Найти в международных базах данных результаты STR-анализа зарубежных пород КРС, подготовить и объединить массивы;
- 5) Выполнить статистическую обработку данных в среде R (пакеты PopGenReport, Hierfstat), программе STRUCTURE, Trex-online, DendroUPGMA, ITOL;
- 6) Проанализировать генетическую структуру 155 популяций КРС;

**Научная новизна:** выявление генетической структуры 157 популяций КРС, включая 13 популяций домашнего яка, путем проведения микросателлитного анализа с последующей статистической обработкой данных.

**Практическая значимость:** полученные данные будут использованы для проведения селекционной работы с отечественными породами КРС.

**Описание работы:** По данным ФАО сокращение биоразнообразия является одной из наиболее актуальных проблем современного сельского хозяйства. В России в начале 90-х годов прошлого века насчитывалось более 20 млн голов коров, в настоящее же время численность поголовья составляет около 8 млн (Единая Межведомственная Информационно-Статистическая Система, 2019). Таким образом, в течение последних двух десятилетий количество коров уменьшилось более чем на порядок. Резкое снижение численности поголовья коров в конце XX века не могло не отразиться на уровне генетического разнообразия, в связи с чем, необходимо использовать современные подходы для оценки и поддержания высокого уровня биоразнообразия, а также для сохранения пород во избежание неблагоприятных последствий инбридинга.

Вопросы изучения генетической структуры отечественных пород сельскохозяйственных животных, с целью их дальнейшей селекции, поддерживаются рядом Государственных программ.

**Итоги исследования:** Полученные результаты позволили проанализировать генетическую структуру 157 популяций КРС из разных регионов мира, включая местные породы России. В ходе исследования были реконструированы филогенетические деревья, отражающие степень родства изучаемых пород. Выявлены приватные аллели, получены теплокарты, отражающие аллельное разнообразие локусов. Выполнено тестирование на равновесия Харди-Вайнберга, рассчитаны индексы генетической изменчивости, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность.

Научная новизна заключалась в выявлении генетической структуры 157 популяций КРС, включая 13 популяций домашнего яка, путем проведения микросателлитного анализа с последующей статистической обработкой данных.

Практическая значимость состоит в использовании полученных данных для проведения селекционной работы с отечественными породами КРС.

## Telegram-бот «Одевайся по погоде»

Автор:

ЧЕРНЫШКОВ Максим Викторович, ученик 8 «А» класса МБОУ СОШ №31 г. Мытищи Московской обл.

Научный руководитель:

СУХОБРУС Борис Алексеевич, преподаватель-методист АНО ДО «Школа программистов» г. Мытищи

Часто приходится видеть, как подросток, идущий по улице, одет не по погоде. Это может произойти, например, вследствие резкого похолодания, когда он не посмотрел прогноз погоды и вышел из дома в легкой ветровке, в случае осадков – без шапки и без зонтика. Такие ситуации приводят к переохлаждению, и, как следствие, возникновению простудных заболеваний.

Поэтому я решил написать Telegram-бота для правильного подбора одежды в зависимости от погоды. Моя целевая аудитория – молодые люди 12-25 лет, к которой отношусь и я сам.

**Цель работы:** разработать Telegram-бота для подбора одежды в зависимости от погоды на улице. Правильный выбор того, что надеть – это повседневная задача каждого человека. Чат-бот разработан на языке программирования Python, для хранения данных пользователей используется база данных MySQL.

**Актуальность:** мессенджер Telegram в январе 2021 года стал самым скачиваемым приложением в мире и достигло 63 млн., обогнав TikTok и WhatsApp. Об этом свидетельствуют данные компании Sensor Tower, занимающейся аналитикой цифровых рынков. Именно поэтому Telegram-боты пользуются огромной популярностью у подростков, поэтому мой проект будет полезным средством для каждого из них.

### Ход работы:

- 1) Нарисовать схему работы бота.
- 2) Продумать одежду на каждый температурный диапазон.
- 3) Создать Telegram-бота с помощью @BotFather [5], установить ему имя, никнейм и фотографию.
- 4) Установить необходимые библиотеки для Python:
  - telebot
  - mysql.connector
  - geopy
- 5) Создать базу данных и таблицы для хранения пользователей, одежды и расписания.
- 6) Зарегистрироваться на OpenWeatherMap [6] и получить токен доступа к прогнозу погоды.
- 7) Написать программный код бота:
  - Создать функцию получения погоды от API, обработки данных и генерирования рекомендации.
  - Оснастить бота возможностью добавления, редактирования и удаления одежды.
  - Настроить отправку рекомендации по расписанию.
- 8) Протестировать и оценить результаты работы.

**Описание достигнутого результата:** Разработанный мною Telegram-бот умеет:

- Определять погоду в зависимости от введенного города или страны или по геопозиции.
- Визуализировать наглядно картинкой, как необходимо одеться с учетом осадков (дождь, снег).
- Имеет возможность добавления, редактирования и удаления одежды.
- Имеет настройку отправки ежедневного подбора одежды в назначенное пользователем время.
- Имеет приятный пользовательский интерфейс, дружелюбное общение, возможность диалога.
- Имеет надежную защиту от утечки персональных данных пользователей.



**Источники информации:**

- 1) <https://zen.yandex.com>
- 2) <https://tass.ru/ekonomika/10636021>
- 3) <https://github.com/maksim-mshp/weather-bot>
- 4) <https://woman.rambler.ru>
- 5) <https://t.me/BotFather>
- 6) <https://www.flaticon.com/>
- 7) <https://openweathermap.org/>
- 8) <https://openweathermap.org/pricehttps://www.vesti.ru/doc.html?id=3236298>

**Приложение №1 Некоторые блок-схемы работы и рабочая таблица выбора одежды Telegram-бота «Одевайся по погоде»**

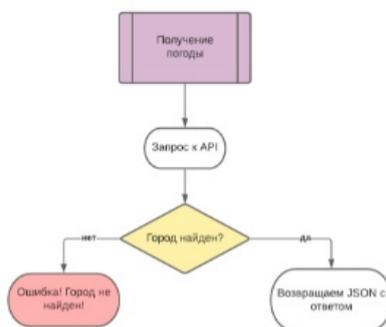


Рис. 1. Схема функции получения погоды с сервера

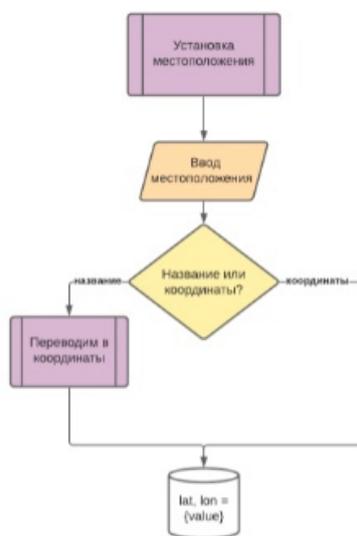


Рис. 2. Схема функции установки местоположения

Температура различия	< -20	-20 – -10	-10 – 5	5 – 15	15 – 20	20 – 30	30 <
	очень холодно	холодно		прохладно	тепло	жарко	очень жарко
головной убор	шляпка теплая	шляпка зимняя	шляпка	шляпка (шляпка и без нее)		кепка	кепка
свитер	+	+	+				
верхняя одежда	очень теплая	зимняя	ветровка	ветровка или худя	худя	футболка	футболка
штаны	теплые	теплые	джинсы	джинсы	джинсы	шорты	шорты
обувь	сапоги	сапоги	теплые ботинки	ботинки или кроссовки	кроссовки	кроссовки	кроссовки

если дождь или гроза, то берем зонт или дождевик.

Таблица 1. Зависимость выбора одежды от температуры

Приложение № 2 Скриншоты работы Telegram-бота «Одевайся по погоде»

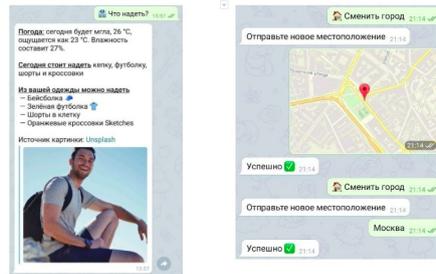


Рис 3.

Слева. Рекомендация одежды  
Справа. Смена местоположения

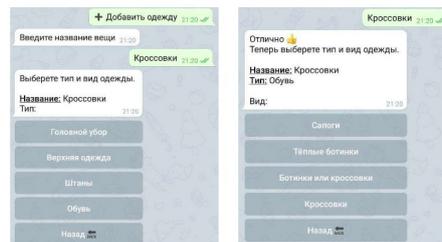


Рис 4.

Слева. Добавление одежды (тип)  
Справа. Добавление одежды (вид)

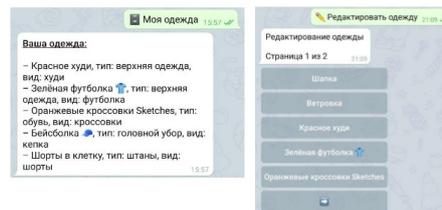


Рис 5.

Слева. Список одежды пользователя  
Справа. Редактирование одежды



Рис 6.

Слева. Добавление расписания  
Справа. QR-код для проверки работы Telegram-бота «Одевайся по погоде»

Рабочие ссылки представлены ниже. Исходный код программы опубликован на GitHub.

[http://t.me/chm\\_weather\\_bot](http://t.me/chm_weather_bot)

<https://github.com/maksim-mshp/weather-bot>

## «Adaptiv farm»

Автор:	ШАФИГУЛИН Амир, МБОУ «Гимназия №8» г. Можга
Научный руководитель:	МУСАТОВ Степан Дмитриевич, АОУ УР РОЦОД
Научный руководитель:	КАПЕЕВА Дарья Сергеевна, АОУ УР РОЦОД

Осенью в YouTube наткнулся на видео, как вырастить дома авокадо. Я решил посадить авокадо, и понимая, что света в зимнее время не хватает, солнца мало, нужна досветка. Вырастив растения с помощью фитолампы, что-то пошло не так, когда растения вырастает до определённой высоты, где находится фитолампа, листья сгорают. Меня это очень огорчило. Мне пришла идея создать устройство, что бы оно освещало растения, и подстраивалось под его рост и определяло освещённость (если хватает солнечного света моя установка отключится автоматически, и включится если света будет мало).

**Проблема:** Снижение эффективности досветки / освещения фитолампами от расстояния до растений и индивидуальных особенностей ламп.

**Цель:** Разработать адаптивную систему досветки для закрытых систем выращивания, повышающую их производительность.

### Задачи:

- изучить процессы фотосинтеза растений
- изучить особенности влияния спектра
- изучить существующие типы досветки (виды ламп) и их эффективность
- разработать концепцию системы
- разработать прототип
- разработать презентацию
- протестировать прототип
- исправить недочеты.

**Актуальность и новизна:** В настоящее время расстояние до растений от ламп досветки рассчитывается разово вручную, а значит контроль расстояния остается актуальным.

Были проанализированы аналоги, оказалось, что существующие варианты в полной мере не удовлетворяют предъявляемым требованиям, поэтому я решил разработать принципиально новое устройство.

В ходе создания проекта была разработана система освещения растений фитолампами, плат Arduino Uno и датчиков.

Работа запрограммирована с помощью программного обеспечения Arduino. Поставил свою установку над растением, которая функционирует автоматически по срабатыванию датчиков освещение. Растения, когда оно вырастает до определенных размеров ультразвуковой датчик считывает на сколько ему нужно сдвинуться в верх, что бы был идеальный спектр цвета для растения.

Спроектированное мной устройство не имеет прямых аналогов. Применение данного устройства дает возможность контролировать высоту растения. Работает модульно, вследствие полочки одной части модуля, можно заменить на другую часть и не менять устройство полностью.

Разработана система для контроля высоты растения. Проект является перспективной разработкой. Предложенное устройство может быть использовано в промышленности, домах.

Выполнение моего проекта было бы невозможно без использования знаний по математике, физике, технологии.

Я считаю, что моя установка имеет презентабельный внешний вид. Ее можно поставить на окно, стол. Моя установка может стать частью интерьера, своеобразным элементом декора.

Таким образом в ходе моей проделанной работы цель моя была достигнута.

Я создал систему, которая будет:

- перемещаться и освещать растения, работающая в автоматическом режиме;
- дополнять световой поток досветки в зависимости от потока солнечного света и стадии роста.



## Исследование влияния питания «фастфуд» на биологические функции живого организма на примере домашних кур

Автор:

ШЕВЦОВА Екатерина Никитична, МБОУ «Средняя школа №9» город Рославль Смоленской области, 10 класс

Научный руководитель:

СИДНЕНКОВА Светлана Александровна, учитель биологии МБОУ «Средняя школа №9» город Рославль Смоленской области

**Актуальность:** питание «фастфуд» составляет значительную долю в современном рационе. Оно содержит большое количество жиров, консервантов, искусственных изомеров, вкусовых добавок, стабилизаторов, эмульгаторов, негативно влияющих на сердечную, пищеварительную и репродуктивную системы.

**Гипотеза:** питание «фастфуд», компоненты которого не являются естественными, а созданы химической пищевой промышленностью, негативно влияет на биологические функции живого организма.

**Цель работы:** исследование влияния на биологические функции живого организма на примере групп птиц, питающихся традиционными естественными кормами и продуктами «фастфуд», представленными в продовольственных сетевых магазинах, используемыми людьми при ежедневном питании.

**Задачи работы:**

- 1) Изучение влияния питания продуктами «фастфуд» на внешний вид.
- 2) Изучение влияния питания продуктами «фастфуд» на набор веса.
- 3) Изучение влияния питания продуктами «фастфуд» на показатели крови.
- 4) Изучение влияния питания продуктами «фастфуд» на репродуктивную систему птицы, её поведение и половое развитие.
- 5) Формулирование выводов.

**Новизна и ценность работы:** при проведении исследований использовались продукты питания «фастфуд» глубокой переработки, готовые к употреблению, представленные на прилавках продовольственных сетевых магазинов и используемые большинством людей в ежедневном питании. Результаты работы могут использоваться для оценки влияния питания распространёнными продуктами на организм животных, человека, а также для разработки или выбора «здорового» рациона питания.

**Объектами исследования** выступили 2 группы домашних 6-ти недельных цыплят с полностью сформировавшимся пищеварением: - группа ЗОЖ (цыплята, ведущие естественный образ жизни, питающиеся естественными кормами, традиционными для домашней птицы); - группа ФАСТФУД (цыплята, содержащиеся в отдельном загоне, питающиеся распространёнными продуктами «фастфуд»).

**Методика исследования:** экспериментальные наблюдения за группами цыплят длились 16 недель. Рацион питания группы ЗОЖ включал в себя естественные продукты: яйца, лук, пшено, картофель, морковь, мясные отходы, творог, зерновые культуры, сыворотка, рыба, яичная скорлупа. Питание группы ФАСТФУД было заменено на аналогичные продукты «фастфуд» (картофельные чипсы, лапша быстрого приготовления, сухарики, торты, рулеты, кексы, мясные и рыбные полуфабрикаты т.п.). За это время наблюдался внешний вид птицы, поведение, контролировалось изменение веса цыплят. Половое развитие птицы контролировалось по проявлению инстинктов, началу яйценоскости. На 15-й неделе производился химический анализ крови цыплят в лаборатории по показателям: - аспартат-аминотрансфераза (АсАТ), альбумин, глюкоза и общий белок. По окончании 16 недель эксперимента обе группы цыплят были выпущены в общее стадо.



**Результаты:**

Цыплята группы ЗОЖ имели гладкое, ровное, плотно прилегающее к телу оперенье, яркие красные гребешки. У цыплят группы ФАСТФУД было неровное, рваное, редкое оперенье, бледно-розовые гребешки. Внешний вид, состояние оперения, цвет гребешков указывает на ухудшение состояния цыплят.

Цыплята ФАСТФУД набирали вес быстрее. Общий средний прирост веса на 1 голову их группы был выше на 21%, чем в группе ЗОЖ. А итоговое превышение среднего веса составило до 15% на голову. При увеличении объёмов кормления цыплят группы ФАСТФУД и прогрессивном наборе веса они всё равно чувствовали себя голодными. Что указывает на притупление чувства насыщения за счёт постоянного потребления вкусовых ароматических добавок в питании. А при выборе между естественной пищей и «фастфудом» отдавали предпочтение последнему. Что свидетельствует о вероятном привыкании к такой пище.

По результатам химического анализа крови у кур ЗОЖ все показатели соответствовали норме, а у кур ФАСТФУД 3 показателя - альбумин, глюкоза, общий белок – были ниже нормы. Эти симптомы указывают на длительное голодание, плохое питание, отклонения в гормональной системе, возможные заболевания ЖКТ, печени, почек.

Куры ЗОЖ начали нестись в положенные сроки. А куры ФАСТФУД начали нестись с отставанием на 3,5 недели, что говорит о значительных отклонениях в развитии репродуктивной системы. Петух ЗОЖ постоянно соперничал петухом из общего стада, проявлял естественные инстинкты. Петух ФАСТФУД не проявлял никаких активных половых стремлений в отношении самок. Кур ФАСТФУД не трогали куры из общего стада, не видя в них соперников и опасности. Однако питание им доставалось по остаточному принципу. Что также свидетельствует о явном различии в половом развитии, гормональном уровне, проявлении инстинктов.

**Выводы:** в ходе эксперимента было выявлено негативное влияние питания «фастфуд» на внешний вид птицы и показатели крови; задержка полового развития и отклонения в репродуктивной системе птицы; подтверждена прямая зависимость питания «фастфуд» и увеличения набора веса. Несмотря на большое количество пищи, организму птиц группы ФАСТФУД явно не хватало питательных веществ.

**Источники информации:**

- 1) *Кочии И.И., Сидоренко Л.И., Щербатов В.И.* Биология сельскохозяйственной птицы. – М.: Колос, 2005. – 203с.
- 2) *Письменская В.Н., Ленченко Е.М., Голыцына Л.А.* Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 2006. – 280с.
- 3) *Шмит К., Ниельсен К.* Физиология животных. – М.: Мир, 1982.- Т.1.-412 с.
- 4) Ссылка
- 5) <https://www.dissercat.com/>.
- 6) [https://www.mybirds.ru/health/medic/analiz\\_krovi\\_pticy.php](https://www.mybirds.ru/health/medic/analiz_krovi_pticy.php).
- 7) <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14033>

**Приложение №1: Рацион питания исследуемых групп**

Группа ЗОЖ: цыплята питались естественными кормами, традиционными для домашней птицы. Группа ФАСТФУД: цыплята питались распространёнными продуктами «фастфуд» глубокой переработки, представленными на прилавках продовольственных сетевых магазинах, а также используемыми людьми при ежедневном питании.



Группа ЗОЖ	Группа ФАСТФУД
Творог; молочная сыворотка (добавлялась в кашу)	Глазированные сырки, рулеты со взбитыми сливками, торты со взбитыми сливками
Картофель	Картофельные чипсы, картофельное пюре быстрого приготовления
Каша (пшеничного, ячменного, кукурузного размола)	Каша быстрого приготовления с ароматизаторами
Зерновые изделия, зерно, Сухой комбикорм для курей – несушек (переработка зерна)	Лапша быстрого приготовления, кефсы, рулеты, пицца, сырные палочки, каша быстрого приготовления с различными вкусо-ароматическими добавками, сушарники, торт «Графские развалины»
Рыбные отходы	Рыбные полуфабрикаты
Мясные отходы	Полуфабрикаты блинов с курицей, мясом, печеночный паштет, сардельки, колбаса, говядья тушенка
Яйца, яичная скорлупа	Яйца в кондитерских изделиях
Трава, овощи	
Вода и песок находились у обеих групп постоянно.	

Таблица 1

## Приложение №2: Сравнительный анализ внешнего вида исследуемых групп



Рис. 1

Цыплята, которые питались естественными кормами, имели гладкое, ровное, плотно прилегающее к телу оперенье, опахало пера ровное, яркие красные гребешки. Цыплята, которые питались «фаст-фудом», имели неровное, рваное, редкое оперенье, бледно-розовые гребешки. Внешний вид, состояние оперения, цвет гребешков указывает на ухудшение состояния цыплят, питающихся продуктами «фастфуд».

## Приложение №3: Исследование зависимости среднего веса цыплят от возраста.

Для контроля изменения веса цыплят производилось еженедельное взвешивание.

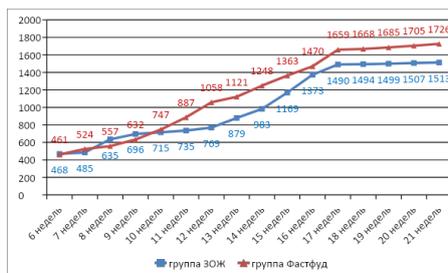


График 1. Зависимость среднего веса цыплят от возраста

График зависимости среднего веса цыплят от возраста явно иллюстрирует превышение веса цыплят группы Фастфуд над цыплятами группы ЗОЖ. Превышение среднего веса составляет до 15%. Примечателен факт, что при увеличении объёмов кормления цыплят группы Фастфуд наблюдается прогрессивный рост веса, но при этом они чувствуют себя голодными.

## Приложение №4: Результаты химического анализа крови.

Химический анализ крови проводился в специализированной лаборатории «ВЕТ ЮНИОН» по показателям: - аспартат-аминотрансфераза (АсАТ), альбумин, глюкоза и общий белок.

Все показатели крови у группы ЗОЖ соответствуют норме. У куриц группы Фастфуд 3 показателя не соответствуют норме: альбумин, глюкоза, общий белок. Что свидетельствует о возможных нарушениях биологических функций организма (длительном голодании, болезни печени и почек, нарушениях в функционировании системы пищеварения, гормональной системе).

Показатели	Результаты группы ЗОЖ	Результаты группы Фастфуд	НОРМА
АсАТ	1,04	1,07	1,06±0,04
Альбумин	31,84	30,63	32,37 ± 0,75
Глюкоза	8,32	5,51	8,9 ± 2,2
Общий белок	39,0	38,35	39,30 ± 0,26

Таблица 2

**Приложение №5: Сравнительный анализ поведения, полового развития и становления репродуктивной системы исследуемых групп.**

Группа ЗОЖ	Группа ФАСТФУД
- питание при достаточном объеме корма; - спокойное поведение;	- отказ от обыкновенной пищи, выбор питания «фастфуд» (с целью сравнения поведения была предложена естественная пища); - возмительное, агрессивное поведение, чувство голода при достаточном объеме питания;
активные половые стремления самцов по отношению к самкам	отсутствие проявления половых стремлений самцов по отношению к самкам
- соперничество с самцами общего стада; - естественное поведение в общем стаде;	- отсутствие соперничества с представителями общего стада; - питание в общем стаде по остаточному принципу;
<b>группа кур начала нестись в положенные сроки (16-17 неделя)</b>	<b>группа кур начала нестись на 20-21 неделе (с отставанием 3,5 недели)</b>

Таблица 3

Группа кур, питающихся «фастфудом» начала нестись только спустя 3,5 недели, что говорит о значительных нарушениях в репродуктивной системе.

## Применение вермикулита и гуминового удобрения в рекультивации нефтезагрязненных почв

<b>Автор:</b>	ШКОЛЬНИКОВА Софья Вячеславовна, MAOY «Лингвистический лицей № 25»
<b>Научный руководитель:</b>	КАРГАПОЛЬЦЕВА Ирина Анатольевна, педагог дополнительного образования «Лицей №25»
<b>Научный руководитель:</b>	ПОНОМАРЕВА Наталья Леонидовна, педагог дополнительного образования «Лицей №25»

В настоящее время нефть и нефтепродукты признаны приоритетными загрязнителями окружающей среды. Основную техногенную нагрузку при добыче нефти испытывает почва (Аренс и др., 1999).

Нефтяная отрасль Удмуртии занимает одно из ведущих мест в экономике региона. На территории Удмуртии насчитывается 118 месторождений нефти и её пересекают 4 магистральных нефтепровода (Эксплуатация нефтяных скважин, 1989). Нефтяной фонтан – самая опасная ЧС при разработке месторождений. (Молотков, 2005). Лишь за лето 2017 года в Удмуртии опубликовали сообщения о 5 зафиксированных случаях разлива нефти. Поэтому исключительную актуальность приобретает проблема рекультивации нефтезагрязненных почв.

Биологические свойства почвы характеризуются наличием в них не только различных микроорганизмов, но и процессами роста растений, разложением отмерших растений (Биологические свойства почв, 2017). Таким образом, очень важным является изучение нефтезагрязненных почв на целлюлазную активность, что обуславливается жизнедеятельностью микроорганизмов по разложению целлюлозы, и на фитотоксичность, что отражает влияние загрязнения почвы на прорастание и рост растений.

В литературных данных были найдены факты применения вермикулита и гуминового удобрения в улучшении агрохимических свойств почвы и каталазной активности (Иванова и др., 2006; Желтобрюхов, 2013;). Работ по влиянию вермикулита и гуминового удобрения на улучшения целлюлазной активности и фитотоксичность не найдено.

**Цель:** изучить возможность применения вермикулита и гуминового удобрения в рекультивации нефтезагрязненных почв

### Задачи:

- 1) Оценить влияние загрязнения почвы нефтяной водной эмульсией на изменение биологических и агрохимических свойств почвы.
- 2) Определить влияние внесения вермикулита и гуминового удобрения на изменение биологических и агрохимических свойств нефтезагрязненной почвы.

**Методы и материалы.** Исследования проводились в 2019-2021 гг. в лаборатории экологии и природопользования УдГУ. Почва для эксперимента была отобрана в смешанном лесу в соответствии с (ГОСТ 17.4.3.01-83) методом «конверта». Для загрязнения была выбрана сырая товарная нефть, добытая на территории Удмуртской Республики на Мишкинском месторождении нефти.

Постановка эксперимента. Почву просушили, очистили от корней и других растительных остатков. Далее отбирались навески по 100 г. и помещались в лабораторную ёмкость (Рылова, 2007). Всего было проведено 4 серий эксперимента, один из которых контроль, в 3-х кратной повторности. Гуминовое удобрение и вермикулит добавлялись в нефтезагрязненную почву в целях разработки рекомендаций по снижению экологического риска и разработки методов рекультивации нефтезагрязненных почв. Вещества вносили в следующих концентрациях: нефть – 3 мл/100г почвы, вермикулит 3 г, гуминовое удобрение: гумми-30 10 мл/100 г почвы.

Определение интенсивности разложения целлюлозы проводилось следующим образом: некрашеную льняную ткань диаметром примерно 5 см взвесили на весах с точностью до 1 мг и определили

ее начальный вес (рис. 3) В каждый почвенный образец закладывалась ткань и закапывалась на глубину 1 см, она оставалась в почве на 1 месяц, почву поливали дистиллированной водой по мере высыхания. Через месяц полотно извлекли, отмыли, высушили и взвесили. Полученные значения записывались в лабораторный журнал (М1,М2). Рассчитывали убыль массы ткани за месяц в процентах и по показателю судили об интенсивности процесса разрушения клетчатки, используя оценочную шкалу в таблице 1 (Экологическое почвоведение, 2002). Опыт одновременно повторили в 3-х повторностях в одинаковых условиях. Фитотоксичность почвы оценивалась при помощи кресс-салата. В каждую пробу было посажено по 30 семян кресс-салата (рис. 4). Нормой считается прорастание 90-95 % семян в течение 3-4 суток. В зависимости от результатов субстратам присваивают уровень загрязнения: Загрязнение отсутствует. Всхожесть достигает 90-100%, сходь дужные, проростки крепкие, ровные. Это характерно для контроля, с которым следует сравнивать опытные образцы. Слабое загрязнение. Всхожесть 60-90%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные. Среднее загрязнение. Всхожесть 20-60%. Проростки короче и тоньше контроля. Некоторые имеют уродства. Сильное загрязнение. Всхожесть семян менее 20%. Проростки мелкие и уродливые (Ашихмина,2000). При проведении опыта производилось измерение энергии прорастания семян, а также длина корня и стебля кресс-салата, биомасса (определялась на ювелирных весах с точностью 1 мг) в каждой пробе почвы (рис. 4).

При агрохимическом анализе оценивалось изменение таких показателей как содержание гумуса (по методу И. В. Тюрина в модификации В. Н.Симакова), подвижного фосфора и обменного калия (по методу А.Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО), а также потенциальная и гидролитическая кислотность почвы и сумма обменных оснований (по методу Каппена в модификации ЦИНАО).

### Результаты и выводы

- 1) Контрольный образец характеризуется низкой ф/т и высокой ц/а. Почва является среднекислой, гидролитическая кислотность средняя, сумма поглощенных оснований - близкая к среднему. Содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия характеризуется как низкое. Количество гумуса в почве – среднее.
- 2) При загрязнению почвы нефтью почти в 2 раза уменьшаются все показатели. Почва характеризуется высокой ф/т, средней ц/а. Образец является сильнокислым, гидролитическая кислотность средняя, сумма поглощенных оснований, содержание в почве подвижного фосфора, обменного калия и гумуса - низкое.
- 3) При внесении вермикулита в н/з почву показатели повышаются, ф/т средняя, ц/а средняя. Почва является среднекислой, гидролитическая кислотность средняя. Содержание в почве подвижного фосфора, обменного калия, сумма поглощенных оснований - низкое. Количество гумуса – среднее.
- 4) При внесении гум. удобрения в н/з почву показатели повышаются, ф/т средняя, ц/а средняя. Образец является среднекислым, гидролитическая кислотность средняя, сумма поглощенных оснований - близкая к среднему. Содержание подвижного фосфора - низкое, а обменного калия и гумуса -повышенное.

### Заключение

Таким образом, при нефтяном загрязнении почвы биологические свойства почвы ухудшаются, внесение вермикулита и гуминового удобрения позволит улучшить свойства почвы.

### Источники информации:

- 1) Алиев С.А., Гвозденко Д.В., Бабаев М.П., Гаджиев Д.А. Рекомендации по рекультивации нефтезагрязненных земель / Баку: Элм, 1981. – 26 с.
- 2) Бельков В.В. Биоремедиация; принципы, проблемы, подходы 1995. № 31. – С.20-27.
- 3) Биологические свойства почвы, 2017 [Электронный ресурс] [Ссылка](#) (дата обращения 20.11.2019)
- 4) Вермикулит для растений. Для чего нужен и как применять вермикулит [Электронный ресурс] [Ссылка](#)
- 5) Гельцер О.Г. Показатели биологической активности в почвенных исследованиях // Почвоведение, 1990. № 9. – С. 47-59.
- 6) ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.



- 7) Желтобрюхов В.Ф. Рекультивация нефтезагрязненных земель с применением препаратов на основе минералов природного происхождения, 2013. – С. 98-102.
- 8) Желтобрюхов В.Ф., Колодницкая Н.В. Сравнительный анализ препаратов, предназначенных для восстановления нефтезагрязненных земель // Астраханский вестник экологического образования, 2015. – С. 185-187.
- 9) Кузнецов М. Ф. Химический анализ почв и растений в экологических исследованиях. Ижевск, 1997. – 102с.
- 10) И другие.

## Приложение

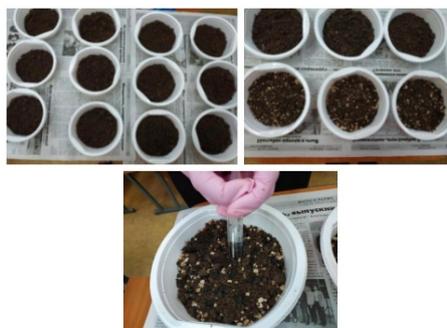


Рис. 1. Закладка опыта

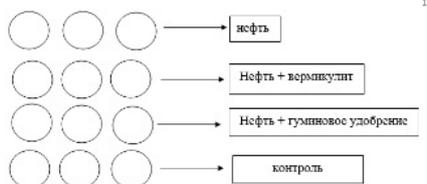


Рис. 2. Схема опыта



Рис. 3. Закладка опыта для определения целлюлазной активности почвы



Рис. 4. Оценка фитотоксичности почвы

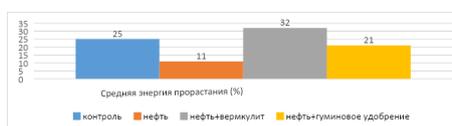


Рис. 5. Средняя энергия прорастания семян кресс-салата (%)

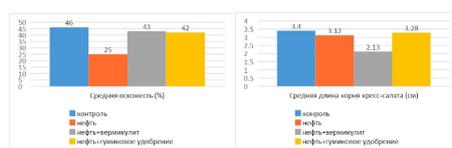


Рис. 6. Слева. Средняя всхожесть семян кресс-салата (%) Справа. Средняя длина корней (см)

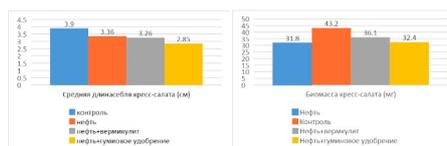


Рис. 7. Слева. Средняя длина стебля (см) Справа. Средняя биомасса кресс-салата (мг)



Рис. 8. Изменение средней целлюлазной активности почвы



Рис. 9. Определение агрохимических показателей

Агрохимические показатели		Значения
Гумус	C, %	4,65
Подвижный фосфор	P2O5, мг/кг	42
Обменный калий	K2O, мг/кг	74
Потенциальная кислотность	pH	4,77
Гидролитическая кислотность	Hг, мг/экв 100г	4,23
Сумма поглощенных оснований	S, ммоль/100г	14,7

Таблица 1. Агрохимические показатели исследуемой почвы

Агрохимические показатели		Значения
Гумус	C, %	2,47
Подвижный фосфор	P2O5, мг/кг	32
Обменный калий	K2O, мг/кг	69
Потенциальная кислотность	pH	4,5
Гидролитическая кислотность	Hг, мг/экв 100г	4,25
Сумма поглощенных оснований	S, ммоль/100г	12,1

Таблица 2. Агрохимические показатели нефтезагрязненной почвы

Агрохимические показатели		Нефть+вермикулит	Нефть+гум. удобрение
Гумус	C, %	3,48	5,45
Подвижный фосфор	P2O5, мг/кг	36	38
Обменный калий	K2O, мг/кг	70	121
Потенциальная кислотность	pH	4,78	4,80
Гидролитическая кислотность	Hг, мг/экв 100г	4,18	4,23
Сумма поглощенных оснований	S, ммоль/100г	12,6	13,6

Таблица 3. Агрохимические показатели н/з почвы с внесением вермикулита и гум. удобрения

## Использование биоинформации для управления техническими устройствами

Автор:

ШУРЫГИН Егор Сергеевич, Россия, Тюменская область, г.Тобольск, МАОУ «Гимназия имени Н.Д. Лицмана», 6 класс

Научный руководитель:

ЕЧМАЕВА Галина Анатольевна, к.п.н., доцент кафедры физики, математики, информатики и МП ТПИ им. Д.И. Менделеева (филиал) ТюмГУ

**Предметом исследовательской части проекта:** является изучение природы миосигналов и возможность их использования для управления техническими устройствами. Цель проекта: разработать биоинтерфейс, который в режиме реального времени по беспроводной связи на основе миосигналов позволяет осуществлять управление мобильной платформой. Задачи исследования: изучить некоторые аспекты управления техническими устройствами; изучить основы биоэнергетики человека, возможность фиксации и интерпретации данных; создать робототехническую платформу и биоинтерфейс для ее управления.

**Актуальность исследования** обусловлена активным использованием цифровых устройств в современной жизни. Чувствительность современных электронных устройств позволяет фиксировать даже очень слабые сигналы биологического характера. Эта возможность с середины XX века активно используется в устройствах медицинской диагностики. Однако, использование биоэлектрических сигналов в системах управления, в том числе техническими устройствами находится только в самом начале развития.

В нашей работе в качестве биоинформации были использованы миосигналы, которые представляют собой разность потенциалов покоя и сокращения мышечных волокон. Для их фиксации мы использовали поверхностный миоэлектрод. В ходе эксперимента нами были получены данные в виде графика (миограммы), на котором чем сильнее сокращалась мышца, тем более высокий уровень амплитуды электромагнитного сигнала фиксировался.

В исследовании, для разработки системы управления, среднее значение показаний миограммы мы определили, как пороговое. Т.о. при построении математической модели управления мы пришли к получению всего двух типов управляющих сигналов, которые могут быть интерпретированы как 0 или 1. Это позволило прийти к простому цифровому компаратору, генерирующему два вида управляющих сигналов, например, в нашем случае управлять движением мобильной платформы (едет – стоит).

В качестве технической составляющей исследования из конструктора LM EV3 были собраны управляющее устройство (фиксируется на руке) и мобильный робот, обмен управляющей информацией между ними осуществлялся через Bluetooth. Результаты тестирования устройств показали, что разработанный биоинтерфейс позволяет в режиме реального времени осуществлять управление мобильной платформой.

## Разработка начальных этапов клонального микроразмножения краснокнижного вида Наперстянки крупноцветковой *Digitalis grandiflora* M. с целью его дальнейшей реинтродукции

<b>Автор:</b>	ШУШАКОВА Варвара Андреевна, ГБОУ «Лицей №14», Удмуртская Республика, г. Ижевск, 9 класс
<b>Научный руководитель:</b>	КАРГАПОЛЬЦЕВА Ирина Анатольевна, учитель экологии ГБОУ «Лицей №14»
<b>Научный руководитель:</b>	КУЗНЕЦОВА Е.Н., инженер-технолог ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Биологическое разнообразие является всемирным достоянием, основой для поддержания экологических условий существования и экономического развития человеческого общества. В настоящее время происходит интенсивное уничтожение природных экосистем, сопровождающееся исчезновением видов живых организмов. Преодолеть сокращение запасов растительных ресурсов возможно благодаря использованию метода микрклонального размножения. Одним из преимуществ которого, является возможность получения продукта независимо от внешних климатических условий, круглогодично и сохраняя при этом естественные ареалы ценных лекарственных растений.

**Предмет:** исследование оптимальных условий на начальных этапах микрклонального размножения краснокнижного вида *Digitalis grandiflora* M. (наперстянка крупноцветковая).

**Цель работы:** разработка начальных этапов клонального микроразмножения краснокнижного вида *Digitalis grandiflora* M. с целью его дальнейшей реинтродукции.

### Задачи:

- 1) проверить жизнеспособность имеющегося семенного материала *Digitalis grandiflora* M.
- 2) подобрать стерилизующий агент, оказывающий эффективное обеззараживающее действие на вводимый в культуру эксплант
- 3) определить оптимальный состав питательной среды для культивирования регенерантов наперстянки крупноцветковой

**Актуальность, новизна, практическая значимость:** среди современных лекарственных средств препараты наперстянки занимают особое место. Это единственная группа лекарственных веществ, не имеющая химических заменителей, все препараты наперстянки вырабатываются только из растений [3]. При этом *Digitalis grandiflora* M. считается редким видом и включена в Красную книгу 11 субъектов РФ. В Удмуртии выявлена всего одна популяция *Digitalis grandiflora* M. из 30 особей [5]. При этом для многих редких видов растений, в том числе и для *Digitalis grandiflora* M., не существует унифицированной методики ввода в культуру. Т.о. возникает потребность в разработке биотехнологических методов, при которой осуществлялось бы круглогодичное, независимое от внешних факторов культивирование растения. Работа является новой, так как ранее работы по вводу в культуру именно данного вида растения не проводились, семена наперстянки в качестве первоначальных эксплантов не использовались. Практическая значимость работы в том, что разработка первоначальных этапов микрклонального размножения позволит в дальнейшем осуществить полную технологию микрклонального размножения для решения проблемы сохранения вида.

Методика исследования и оборудование: Работа проводилась на базе кафедры ботаники, зоологии и биоэкологии Удмуртского государственного университета в июле-ноябре 2020 года. В работе использованы современные биотехнологические методы.

- 1) На жизнеспособность были проверены зрелые семена наперстянки, собранные в 2015, 2017 и 2020 гг. Семена проращивались в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге по общепринятой методике [2].
- 2) Далее материал стерилизовали по схеме: 1 мин. в 70% этаноле и 20 мин. в 3% перекиси водорода.

- 3) Посев семян осуществлялся на 4 вида безгормональных сред: по прописи Мурасиге-Скуга, по прописи Мурасиге-Скуга с 1/2 нормой минеральных солей, Уайта и агар. Все исследования проводились в асептических условиях в ламинар-боксе по общепринятым методикам [1]

#### Результаты исследования и обсуждение:

- 1) *Digitalis grandiflora* M. является оптимальным объектом для микроклонального размножения, так как принадлежит к редким видам, имеет огромную практическую ценность и испытывает затруднения в размножении традиционным способом
- 2) Семена наперстянки крупноцветковой отличаются низкой всхожестью, которую они сохраняют до трех лет. При дальнейшем хранении семян значение всхожести падает практически до нуля.
- 3) Семена наперстянки крупноцветковой возможно использовать в качестве первичного экспланта для получения стерильных интактных растений, которые в свою очередь в дальнейшем можно использовать для дальнейшего культивирования.
- 4) Для введения в культуру *in vitro* семян *Digitalis grandiflora* M. эффективен способ стерилизации, заключающийся в двухступенчатой обработке 70% раствором этанола (1 мин), затем 3% раствором перекиси водорода (20 мин). 5. Наиболее высокую выживаемость растения показали на средах с невысокой общей концентрацией солей аммония и калия: по прописи Мурасиге-Скуга с 1/2 минерализацией и Уайта. При этом использование среды Уайта, в сравнении с 1/2 МС, не обеспечивает высоких темпов роста проростков наперстянки. На совершенно бессолевой среде (агар) положительный результат не был достигнут и выявлены аномалии в развитии проростков, что можно объяснить недостатком полного набора элементов питания микрорастений. Т.о. оптимальной питательной средой для формирования интактных растений наперстянки крупноцветковой было использование безгормонального питательного раствора, содержащего 1/2 минеральных солей МС.

В ходе проведенной работы были получены жизнестойкие интактные растения наперстянки крупноцветковой, которые можно использовать для дальнейшего размножения. Разработанная методика позволит сохранить редкие растения трудно размножаемые традиционным способом, проводить работы в течение круглого года при этом экономить площади и автоматизировать процесс выращивания.

#### Источники информации:

- 1) *Бутенко Р.Г.* Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
- 2) *Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздеева Л.М.* Биология семян. СПб.: НИИ химии СПбГУ, 1999 – 233 с.
- 3) *Смольникова Я.В.* Культивирование *DIGITALIS PURPUREAL*. В условиях *in vitro* и получение сердечных гликозидов на ее основе: Автореф...дис.кан.тех.наук.-К.:2012.-22 с.
- 4) *Баранова О.Г., Дедюхина О.Н., Крамарь О.А., Маркова Е.М.* Сравнительный анализ развития особей ряда редких видов растений в культуре и природной флоре Удмуртии // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2009. №1.
- 5) *Оконешникова Т.Ф., Михалищев Р.В., Палтусова М.В., Валдайских В.В.* Интродукция редких видов флоры Свердловской области, перспективных для практического использования//АВУ. 2018. №1.

## Мемристор – будущее резистивной памяти

<b>Автор:</b>	ЯРАНЦЕВА София Александровна, МБОУ «лицей №2» г.Чебоксары Чувашской республики, 10 класс физико-математического профиля
<b>Научный руководитель:</b>	СТЕПАНОВ Леонид Анатольевич, п.д.о. Наноквантум, детский технопарк «Кванториум» г.Чебоксары
<b>Научный руководитель:</b>	ЛАВРЕНТЬЕВ Анатолий Генрихович, учитель физики и информатики, МБОУ Лицей.№2 г.Чебоксары

**Цель:** создание и сборка мемристорных МДМ-структур, различных типов, и дальнейшее изучение их свойств.

### Задачи:

- 1) Провести обзор литературы связанной с мемристорами;
- 2) Изучить подходы к созданию мемристоров и подобрать подходящую методику;
- 3) Изготовить элементы мемристора на основе пленок нанометровой толщины;
- 4) Провести эксперимент по редактированию электрофизических свойств мемристора;
- 5) Определить важность мемристора и перспективы в резистивной памяти.

**Научная новизна:** На данный момент есть необходимость создания альтернативной и энерго-независимой памяти высокой плотности записи данных, также обладающей низкой потребляемой мощностью и высокой скоростью работы. Под это описание подходит мемристор, который вскоре будет являться основой нового поколения устройств энергонезависимой памяти. Кроме этого у них есть очень интересное использование в нейроморфных компьютерах, как искусственный синапс, что помогает развитию искусственного интеллекта.

### Практическая значимость:

В проектно-исследовательской работе проведена практическая разработка по изготовлению элементов мемристора на основе пленок нанометровой толщины и создание самих мемристоров для дальнейшего их изучения. В качестве диэлектрика в обоих случаях взят перовскит на основе йодида свинца, а в качестве легирующего слоя полианилин на водном растворе и на ДМФ растворителе. Electroдами являлись алюминиевый и медный скотч.

### Описание работы:

- были подготовлены подложки с металлическими «дорожками» в нужных местах
- был получен полианилин (2 способами) (Приложение.№1)
- перовскит на основе свинца по указанным методикам(Приложение№2)
- проведен эксперимент по нанесению нанослоев полианилина и двуводного ацетата цинка на подложки двумя способами (аэрограф, спин-коатор), некоторые образцы рассмотрены с помощью с помощью СЗМ микроскопа(Приложение№3)
- проведен эксперимент по редактированию и измерению электрофизических свойств мемристора с помощью потенциостата-гальваностата р-2х, который в соответствии с программой изменяет напряжение от 0 до 1200 мВ и фиксирует изменение ВАХ и гистерезис.(Приложение.№4)

### Итоги исследования:

Были получены образцы следующих материалов: полианилин (2 способа), метилламмоний йодид, йодид свинца, метиламмоний йодид свинца (перовскит), оксид цинка (2 способа), которые я использовала и часть буду использовать для создания элементов мемристоров. Часть из них была изучена на зондовом микроскопе, но их изучение не закончено и будет продолжено. Также используемые материалы и методики их нанесения в ближайшее время будут изучены с помощью оптических методов.

Планируется, после нахождения оптимальных методик нанесения получить мемристоры на основе проводящих гелей, неорганических и органических полупроводников.

Были измерены ВАХ и гистерезис изготовленных мемристоров и подтвержден, хоть и не на всей поверхности, их мемристивный эффект. Планируется изучить гистерезис на переменном токе, после сборки необходимого аппаратного комплекса.

#### Источники информации:

- 1) [https://www.youtube.com/watch?v=Jt0p-ENzdUA&ab\\_channel=PalsanTechnology](https://www.youtube.com/watch?v=Jt0p-ENzdUA&ab_channel=PalsanTechnology)
- 2) Гудков А. и др. Мемристоры-новый тип элементов резистивной памяти для наноэлектроники //Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2014. – №. S. – С. 156-162.
- 3) Zhao X. et al. Memristors with organic-inorganic halide perovskites //InfoMat. – 2019. – Т. 1. – №. 2. – С. 183-210.
- 4) Никитин А. В. Немного о мемристоре... //Академия Тринитаризма», М., Эл. – 1953. – №. 77-6567
- 5) Мемристор. Изготовление структуры и исследование ее свойств. Лабораторный практикум для 5 курса ФФКЭ МФТИ. // ФГАОУ ВПО «Московский физико-технический институт (государственный университет)» Долгопрудный - 2013.
- 6) <https://docs.google.com/document/d/1rRstKaaC4wMyPyYgC6rbEрj0OeQYyqw/edit>

#### Приложение №1: Получение полианилина.

##### 1 способ

Подготовка растворов:

Расчёт в колбу на 25 мл:

0,2 моль/л анилин гидрохлорида – 1.295 г взвесить в стаканчике, растворить небольшим количеством дистиллированной воды, перелить в колбу на 25 мл довести до метки дистиллированной водой.

0,25 моль/л Пероксидисульфат аммония – 2.855 г взвесить в стаканчике, растворить небольшим количеством дистиллированной воды, перелить в колбу на 25 мл дистиллированной водой до метки.

##### 2 способ

Уже синтезируемый полианилин растворен в органическом растворителе ДМФ.

Массовая доля вещества в растворе 1%. А далее готовый раствор в виде аэрозоля распылялся на подложки.

#### Приложение №2.: Получение перовскита на основе свинца.

Задача: получение метиламмония йодида ( $CH_3NH_3I$ )

Реактивы: метиламин 10 мл, перекись водорода 182,796 г, йод кристаллический 40,9677 г

Ход работы:

- 1) Охлаждаем раствор  $H_2O_2$  примерно до нуля град.
- 2) Добавляем крист.  $I_2$  в охлажд.  $H_2O_2$
- 3) Добавляем метиламин
- 4) Далее полученный порошок соли перекристаллизовывали из этанола при 100 градусах под вакуумом

Результат:  $m(CH_3NH_3I) = 51.29г$

Задача: Получение метиламмония йодида свинца

Реактивы: метиламмония йодид, йодид свинца, ДМФ(растворитель),  $CH_3NH_3I$  (0,395 г) смешивали с  $PbI_2$  (1,157 г) в 2 мл ДМФ при  $60^\circ C$  в течение 12 часов при перемешивании.[6]

#### Приложение №3

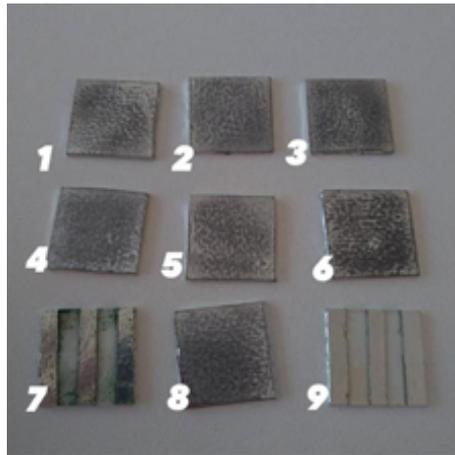


Рис. 1. Подложки с алюминиевым скотчем обработанные шкуркой зернистостью Р2000 с нанесенным полианилином и ацетатом цинка разными способами

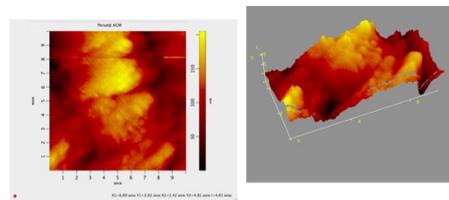


Рис. 2. Толщина пленки полианилина на первой подложки

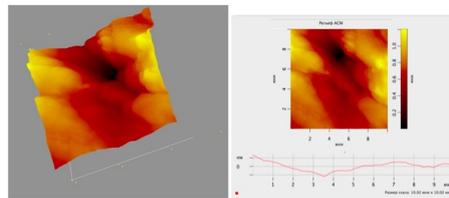


Рис. 3. Толщина пленки ацетата цинка, нанесенного с помощью аэрографа.

#### Приложение №4: Изменения ВАХ и гистерезис

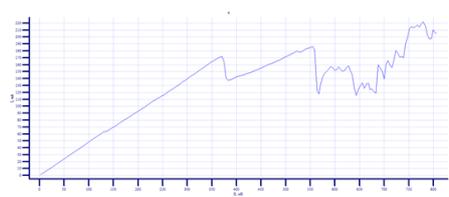


Рис. 4. Изменение ВАХ и гистерезис в местах центрального пересечения дорожек мемристора на алюминиевом скотче.

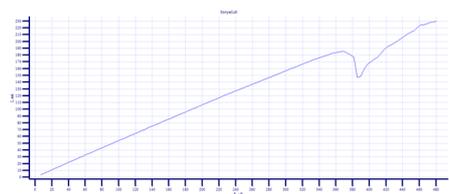


Рис. 5. Изменение ВАХ и гистерезис в местах центрального пересечения дорожек мемристора на медном скотче.