

Правительство Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»

Специализированный учебно-научный центр
«Академическая гимназия
им. Д.К. Фаддеева СПбГУ»

Материалы
XXXI Всероссийской научно-практической
конференции
«Университетская гимназия»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

14 апреля 2022 г.
Санкт-Петербург

Содержание

I. Секция Биологии

1. Химический и морфологический анализ лишайников группы *Cladonia chlorophaea* agg. на северо-западе европейской части России.....7
2. Изучение мутаций в геноме человека, болеющего колоректальным раком с метастазами в яичниках.....10
3. Метаболическое профилирование близкородственных видов гидрофитов и мезофитов Ленинградской области.....13
4. Определение общего содержания углеводов и белка в разных зонах таллома красных водорослей.....17
5. Изучение особенностей усвоения органических субстратов фотосинтезирующими и нефотосинтезирующими штаммами *Euglena gracilis*.....19

II. Секция Географии

1. Дайджест для тура по Карелии.....23
2. Санкт-Петербургские маршруты.....26
3. Создание геопортала для отображения данных углеродного мониторинга на территории Челябинской области с помощью космоснимков.....29

III. Секция Гуманитарных исследований

1. Национальный вопрос в политических движениях русской эмиграции 1920ых-1930ых годов.....33
2. Немецкое влияние на архитектуру и повседневность средневекового западнославянского города.....38
3. Определение общего содержания углеводов и белка в разных зонах таллома красных водорослей.....43

IV. Секция Информатики

1. Нахождение кратчайшего расстояния между двумя точками на сложной фигуре в элементарных функциях с помощью информационных технологий.....47
2. Локализация динамических систем с применением интервальной арифметики.....50
3. Адаптация и создание модульного двухэкструдерного 3Д

принтера.....	53
4. Модернизация школьных пропусков при помощи технологии считывания QR-кодов.....	56
5. Разработка мобильного приложения для анализа звуковых фрагментов.....	57
6. Оптимизация инфраструктурных объектов на примере железнодорожных вокзалов РЖД.....	61
7. Мобильное приложение-авторегистратор.....	68

V. Секция Математики

1. Алгоритм построения ромба и прямоугольной трапеции с помощью перпендикулярных прямых.....	71
2. Теоретико-игровая модель вакцинации в коллективе.....	72
3. Решение текстовых задач расширенными методами.....	73
4. Экстремальные задачи на двумерных множествах.....	75
5. Математическая модель роста дерева.....	76
6. Задача о разделении отрезка на части.....	79
7. Некоторые вопросы об интегрировании числовых последовательностей.....	81
8. Геометрия Лобачевского. Окружность 9 точек в модели Пуанкаре.....	83
9. Экстремальные геометрические задачи.....	84
10. Задача Гермейера.....	85

VI. Секция Межпредметных исследований

1. Сайт детской скорой медицинской помощи.....	89
2. Анализ взаимосвязи выбора образовательной программы и уровня выраженности экстраверсии и нейротизма у учащихся Академической гимназии СПбГУ.....	91
3. Авторское кино как технология формирования медиаграмотности.....	95
4. Анализ эффекта Федеральной целевой программы «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2017 г. и на период до 2020 г.» на численность населения в селах с помощью метода разницы в разницах.....	98
5. Мониторинг угольных карьеров (на примере Кемеровской области).....	102

6. Создание информационного ресурса как способ решения проблемы неосведомленности школьников о буллинге.....104
7. Игрофикация лабораторных работ по химии «Dr. Chem».....107
8. Разработка консультативной системы по вопросам межкультурного взаимодействия в больших городах.....110

VII. Секция Физики

1. Изучение физических принципов теплового способа определения направления течения жидкости в непрозрачной трубе и создание рабочей модели устройства.....115
2. Влияние электронного и ионного облучений на люминесцентные свойства нитрида галлия.....117
3. Трехгранная игральная кость.....120
4. Шарик на мембране.....123
5. Исследование перспектив применения ультразвуковой дефектоскопии.....127
6. Возможности астрономических наблюдений на самодельных приборах из доступных материалов.....129
7. Шарики на резинке.....134
8. Синтез серебряных нанокластеров и изучение факторов, влияющих на их стабильность.....137
9. Исследование необычного поведения капли смеси жидкостей...141
10. Исследование явления гидравлического прыжка на плавающем диске с отверстием в центре.....143
11. Изучение гидродинамики свободно падающей струи жидкости на примере водной спирали.....146

VIII. Секция Химии

1. Реакции циклоприсоединения в синтезе *N,O*-содержащих гетероциклов.....149
2. Эффект со-легирования лютеция и гадолиния на структуру и люминесцентные свойства наночастиц $\text{NaYF}_4: \text{Sm}^{3+}$, $\text{Gd}^{3+}/\text{Lu}^{3+}$151
3. Одновременное определение аминокислот, органических кислот и углеводов методом капиллярного электрофореза с косвенным детектированием в природных объектах.....153

4. Изучение профилей полифенолов в различных сортах чая методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.....	155
5. Оценка содержания радона в эксплуатируемых зданиях на территории г. Москвы.....	157
6. Синтез сольватов бромидов и йодида кадмия с диметилсульфоксидом и расчёт энергии их кристаллических решёток.....	160
7. Синтез диазосоединения и знакомство с его свойствами.....	162
8. Высокоэффективные экологические полимерно-неорганические сорбенты с антибактериальной активностью для очистки сточных вод	165
9. Влияние времени и температуры синтеза на состав и свойства металл-органических каркасных структур на основе терефталата меди.....	168
10. Влияние имидазолиевых ионных жидкостей на селективность определения стероидов методом микроэмульсионной электрокинетической хроматографии.....	171

СЕКЦИЯ БИОЛОГИИ

Химический и морфологический анализ лишайников группы *Cladonia chlorophaea* agg. на северо-западе европейской части России

Байко Е.Д., Туманина П.Д.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Степанчикова И.С., Гимельбрант Д.Е,
каф. ботаники биологического факультета СПбГУ

Наша работа посвящена химико-морфологическому анализу лишайников группы *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. agg. на северо-западе европейской части России. Эта группа содержит несколько морфологически близких видов, некоторые из которых практически невозможно различить в поле. В последние десятилетия, с развитием хемотаксономических методов анализа, изменилась концепция вида в этой группе, ведущую роль в определении видов стали играть биохимические признаки. Таким образом, многие образцы в гербариях, идентифицированные ранее по морфологическим признакам, определены неправильно с современной точки зрения.

Целью нашей работы стало проведение анализа гербарных образцов *Cladonia chlorophaea* agg. из Ленинградской, Псковской, Новгородской и Вологодской областей методом тонкослойной хроматографии и идентификация образцов более точно, с опорой на хемотаксономические признаки (т.е. на доминирующие таксономически значимые лишайниковые вещества).

Мы ревизировали образцы видов группы *Cladonia chlorophaea* agg. из Псковской, Вологодской, Новгородской и Ленинградской

областей в гербарии лишайников Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (LE). Соответствующие нашим задачам материалы обнаружены в папках с *Cladonia chlorophaea*, *C. pyxidata* (L.) Hoffm., *C. fimbriata* (L.) Fr., *C. grayi* G. Merr. ex Sandst., всего проанализировано 67 образцов. Кроме того, мы определяли таксономическую принадлежность ещё 27 образцов, собранных нами и нашими научными руководителями в поле.

Морфологические особенности образцов были изучены нами на кафедре ботаники СПбГУ с использованием микроскопа. При определении состава вторичных метаболитов был использован метод тонкослойной хроматографии, исследования проведены на базе лаборатории лихенологии и бриологии БИН РАН.

В результате хемотаксономического анализа нами было выяснено, что среди гербарных образцов только 35 принадлежали к виду *Cladonia chlorophaea*, а ещё 9 образцов даже не входили в группу видов *Cladonia chlorophaea* agg.

На основании результатов ревизии гербарных коллекций и собственных сборов из исследуемых нами областей выявлено, что к группе *Cladonia chlorophaea* в изучаемых регионах принадлежат всего 6 видов: *C. chlorophaea*, *C. fimbriata*, *C. grayi*, *C. merochlorophaea* Asahina, *C. novochlorophaea* (Sipman) Ahti et Brodo и *C. pyxidata*. Дополнительно в исследуемых гербарных материалах было обнаружено 5 видов, не относящихся к этой группе. Анализ литературы и гербарных коллекций показал, что представления о границах вида существенно изменились за последние 100 лет. С первоначальным определением видовая принадлежность совпала только у 33 образцов, что есть 31.4% от всех наших объектов.

Разнообразие группы видов *Cladonia chlorophaea* agg. в изучаемых нами областях выявлено не полностью.

Список использованных источников:

[1] Ahti T., Stenroos S., Moberg R. (eds). Nordic Lichen Flora. Volume 5. Cladoniaceae. Nordic Lichen Society, 2013. 117 p.

[2] Gheza G. Cladoniarium. A blog about Cladonia. 2022. <https://cladoniarium.wordpress.com/>. Дата обращения: 09.03.2022.

[3] Mycobank Database. Fungal Databases, Nomenclature and Species Banks. 2022. <https://www.mycobank.org/page/Simple%20names%20search>. Дата обращения: 09.03.2022.

[4] Orange A., James P. W., White F. J. Microchemical methods for the identification of lichens. London: British Lichen Society, 2001. 101 p.

[5] Smith C. W., Aptroot A., Coppins B. J., Fletcher A., Gilbert O. L., James P. W., Wolseley P. A. The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. London, British Lichen Society, 2009. 1046 p.

[6] Вайнштейн Е. А., Равинская А. П., Шапиро И. А. Справочное пособие по хемотаксономии лишайников. Л.: Ботанический институт АН СССР, 1990. 152 с.

[7] Гимельбрант Д. Е., Кузнецова Е. С. Таллом и репродуктивные структуры лишайников // Флора лишайников России. Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / Ред. М. П. Андреев, Д. Е. Гимельбрант. М.-СПб.: КМК, С. 61–123.

[8] Рандлане Т., Сааг А. Особенности вторичного метаболизма и хемосистематика // Флора лишайников России: биология, экология,

разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / Под ред. М. П. Андреева, Д. Е. Гимельбранта. М.-СПб.: КМК, 2014. С. 142–160.

[9] Шаповалова Е. Н., Пирогов А. В. Хроматографические методы анализа. Методическое пособие для специального курса. М., 2007. 109 с.

Работа выполнена в Лаборатории лишенологии и бриологии БИН РАН и на кафедре ботаники биологического факультета СПбГУ

**Изучение мутаций в геноме человека, болеющего
колоректальным раком с метастазами в яичниках**

Болманенкова К.А., Зима К.Е.
ФГБОУ ВО «МПГУ», Лицей МПГУ

Научный руководитель: Гюлбекян Л.К., учитель химии
ФГБОУ ВО «МПГУ», Лицей МПГУ

Актуальность нашего проекта заключается в том, что из-за ограниченного количества доступных пациентов затрудняется поиск мутаций, и специфичная структура генома метастаз яичников остается мало изученной, а роль гена KRAS при метастазировании неясна. Мы надеемся, что поиск и анализ мутаций в гене KRAS помог бы лучше понять причины развития и метастазирования данного вида опухоли. Существует около 500 генов, мутантные белки которых предположительно влияют на метастазирование колоректального рака в яичники. Мутации в гене KRAS довольно часто случаются у пациентов с колоректальным раком. Белки k-ras приводят к активации сигнальных путей и транскрипции генов, регулирующих дифференцировку и пролиферацию клетки.

Глобальной целью проекта является проведение статистического анализа мутаций в гене KRAS в геномах пациентов с колоректальным раком с метастазами в яичники, доступного на такой платформе как NCBI. С помощью такого анализа можно понять частоту мутаций в данных генах и определить степень их влияния на метастазирование. Следовательно, гены с высокой частотой встречаемости стоит чаще проверять при тестировании биомаркеров для определения типа рака.

В качестве задач исследования были выделены следующие: поиск материала для исследования и работа с геномом с помощью онлайн платформ Galaxy и VEP. Работа с геномом в том числе подразумевала: определение качества прочитывания прочтений (fastqc); обрезку участков прочтений с наиболее высокой вероятностью ошибки (trimmomatic); картирование на референсный геном (Map with BWA-MEM); сортировку и аннотирование полученных данных; определение характера найденных мутаций.

Для проведения исследования с базы данных NCBI были скачаны прочтения генома метастазирующей ткани яичника в формате .fastq. Нами была использована программа FastQC, которая позволяет быстро оценить качество прочтений. Для повышения точности и эффективности последующего анализа производилось удаление последовательностей с низким качеством прочтения с помощью программы Trimmomatic. Затем мы выравнивали наши прочтения на референсный геном и с помощью FreeBayes отличия выровненного генома от эталонного записывали в .vcf файл. После сортировки и аннотирования .vcf файла мы получили такие результаты с помощью платформы VEP: 39% мутаций произошли в не кодирующих участках ДНК и ни на что не влияют. Около половины экзонных мутаций

являются потенциально опасными, так как приводят к изменению первичной структуры белка. Однако такие мутации произошли не в выбранных нами генах.

Мы изучили полученные данные и сделали следующие выводы: у данной пациентки процесс метастазирования был вызван мутациями в других генах, так как найденные в гене KRAS мутации не имеют клинической значимости, потому что находятся в интронах или являются синонимичными. Однако это не означает, что мутантные белки этих генов не влияют на образование метастаз. Поэтому мы планируем продолжить поиск мутаций в геномах других пациентов. В перспективе мы хотим провести статистический анализ, рассмотрев некоторое количество пациентов.

Список использованных источников:

[1] Генетика. Курс лекций: учебно-методическое пособие / И.В.Дармов (составитель). – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2011. – 191 с.

[2] Metastasized tissue of colon cancer patient metastasized to ovary [Электронный ресурс]: NCBI. – Режим доступа: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra/SRX4662288\[accn\]](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra/SRX4662288[accn]) /. – Дата обращения: 21.09.2021.

[3] Stat3-coordinated Lin-28-let-7-HMGA2 and miR-200-ZEB1 circuits initiate and maintain oncostatin M-driven epithelial-mesenchymal transition [Электронный ресурс]: PubMed. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23318420/>. – Дата обращения: 01.10.2021.

[4] Regulation of HMGA2 and KRAS genes in epithelial ovarian

cancer by miRNA hsa-let-7d-3p [Электронный ресурс]: PubMed. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23318420/>. – Дата обращения: 01.10.2021.

[5] Let-7 Represses Carcinogenesis and a Stem Cell Phenotype in the Intestine via Regulation of Hmga2 [Электронный ресурс]: PubMed. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23318420/>. – Дата обращения: 01.10.2021.

[6] HMGA2 gene is a promising target for ovarian cancer silencing therapy [Электронный ресурс]: PubMed. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23318420/>. – Дата обращения: 03.10.2021.

[7] HMGA2 gene is a promising target for ovarian cancer silencing therapy [Электронный ресурс]: Wiley Online Library. – Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ijc.23491>. – Дата обращения: 03.10.2021.

Метаболическое профилирование близкородственных видов гидрофитов и мезофитов Ленинградской области

Буторлин О.С., Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ; Емельянов В.В., доцент каф. физиологии и биохимии растений СПбГУ; Пузанский Р.К., Ботанический институт им В.Л. Комарова РАН; Смирнов П.Д., ассистент каф. ботаники СПбГУ

Научные руководители: Емельянов В.В., каф. физиологии и биохимии растений биологического факультета СПбГУ; Пузанский Р.К., Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН; Смирнов П.Д., каф. ботаники биологического факультета СПбГУ

Настоящая работа посвящена изучению близкородственных видов гидрофитов и мезофитов. Гидрофиты – растения, полностью

или частично погруженные в воду, неустойчивые к засухе. Мезофиты – наземные растения, которые приспособлены к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы. Зная об особенностях экологии растений, мы можем предполагать их устойчивость к различным неблагоприятным факторам. В данном исследовании изучается приспособление растений к кислородной недостаточности.

Кислородное голодание вызывает энергетический кризис, ацидоз цитоплазмы, провоцирует накопление токсичных продуктов обмена, в частности, ацетальдегида и этанола [1-3]. Помимо этого, анаэробизм снижает общий синтез белка, индуцирует генерацию активных форм кислорода и азота [3, 4], которые запускают перекисное окисление липидов [2, 4]. В условиях анаэробизма стимулируется гликолиз, а также молочнокислое и спиртовое брожение [1-3]. Эти изменения позволяют устойчивым растениям вырабатывать достаточное количество энергии, поддерживать водное и минеральное питание и даже расти в дефицитной по кислороду среде [1-3]. Большинство знаний о метаболических перестройках получены методами целевой метаболомики, системной дисциплины, изучающей метаболом – совокупность всех метаболитов клетки-ткани-органа-организма. В подобной ситуации за рамками исследования могут оказаться существенные изменения уровня других соединений, которые не были изначальной целью анализа.

Это исследование одно из первых, использующих методы ненаправленной метаболомики с целью описания и дальнейшего сравнительного анализа метаболома представителей растений-гидрофитов и их близких родственников мезофитов. Также здесь

рассмотрена теория о единстве, общности метаболомов гидрофитов. Помимо этого, результаты метаболического профилирования выбранных нами видов будут использованы для их фенотипирования и хемотаксономии.

Целью данной работы являлось проведение ненаправленного метаболомного профилирования листьев дикорастущих растений-гидрофитов и их близких родственников мезофитов.

Результаты. Из хроматограмм ирисов удалось извлечь 634 воспроизводимых масс-спектра. Из них по базам масс-спектров было надежно идентифицировано 63 индивидуальных соединения и еще 93 соединения были идентифицированы до класса. Суммарно полученный профиль метаболитов *Potentilla anserina* и *Comarum paluste* насчитывает около 600 масс-спектров. Из них было идентифицировано 50 и еще примерно 60 - до класса.

На основе полученных результатов были составлены тепловые карты, а также составлены графики матриц счетов, полученных методом главных компонент (РСА), итог которых был подтвержден кластерным анализом по методу Варда и методом дискриминантного анализа ортогональными проекциями на латентные структуры (OPLS-DA). Было замечено следующее: гидрофиты характеризовались большим накоплением карбоксилатов, например, 2-оксоглутарата, сукцината, фумарата и малата, мажорных гексоз (глюкоза, фруктоза) и таких аминокислот, как ГАМК и оксопролин, меньшим уровнем соединений, связанных с липидным метаболизмом, таких как стеариновая кислота. Вторичные соединения показывали разнонаправленные тренды, с доминированием катехина у мезофильных видов. Сравнительный анализ метаболомов

гидрофитных и мезофитных растений выявил накопление в первой группе дикарбоновых кислот цикла Кребса, а для второй – катехина. В целом обращение дикарбоновой части цикла Кребса характеризует стимуляцию аноплеротических путей реокисления НАД(Ф)Н, препятствующих аккумуляции токсичных анаэробных метаболитов при адаптации к затоплению. Таким образом, анализ с применением ГХ-МС впервые выявил своеобразие метаболомных профилей листьев каждого из исследованных видов растений, которые можно использовать в целях хемотаксономии. В то же время были обнаружены характерные особенности метаболомов растений, обитающих в условиях дефицита кислорода (гидрофитов), и луговых растений (мезофитов), независимые от таксономической принадлежности.

Список использованных источников:

- [1] B.B. Vartapetian, M.B. Jackson *Ann Bot*, 1997, 79, 3-20.
- [2] L.A.C.J. Voesenek, J. Bailey-Serres *New Phytol*, 2015, 206, 57-73.
- [3] T. Chirkova, V. Yemelyanov *Biol Commun*, 2018, 63, 17-31.
- [4] A.E. Shikov, T.V. Chirkova, V.V. Yemelyanov *Russ J Plant Physiol*, 2020, 67, 45-59.
- [5] R.K. Puzanskiy, V.V. Yemelyanov, A.L. Shavarda, T.A. Gavrilenko, M.F. Shishova *Russ J Plant Physiol*, 2018, 65, 813-823.

Работа выполнена в лаборатории Фотосинтеза кафедры физиологии и биохимии растений биологического факультета СПбГУ

**Определение общего содержания углеводов и белка в разных
зонах таллома красных водорослей**

Гурьева П.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Тараховская Е.Р., канд. биол. наук,
доцент каф. Физиологии и биохимии растений СПбГУ

Согласно школьным учебникам, даже самые крупные водоросли-макрофиты не имеют тканей и органов и состоят из одинаково функционирующих клеток. Однако, благодаря недавним исследованиям бурых водорослей, стало известно, что их талломы четко дифференцированы и разные зоны талломов имеют специфический биохимический состав. Учитывая значительный размер и сложное анатомическое строение некоторых видов красных водорослей (Rhodophyta), можно предположить, что их талломы также являются биохимически неоднородными.

Целью данной исследовательской работы является сравнение общего биохимического состава разных зон таллома представителей нескольких порядков красных водорослей. Для достижения этой цели мы определяли общее содержание углеводов и белка в апикальной и центральной зонах таллома исследуемых видов красных водорослей и анализировали полученные результаты.

В качестве объектов исследования были использованы 6 видов красных водорослей, относящихся к 4 порядкам: *Vertebrata fucoides*, *Odontalia dentata*, *Phycodrys rubens* (пор. Ceramiales), *Palmaria palmata* (пор. Palmariales), *Rhodochorton purpureum* (пор. Acrochaetiales) и *Coccotylus brodiei* (пор. Gigartinales). В ходе исследования мы применили два колориметрических метода: антроновый метод для

определения общего содержания углеводов и метод Лоури-Фолина для определения общего содержания белка [2, 4]. Расчёты проводились на основе калибровочных графиков.

Показано, что у водорослей порядка Ceramiales апикальная и центральная зоны таллома различаются по биохимическому составу: для клеток апикальной зоны характерно более высокое содержание углеводов. Это различие наиболее выражено у представителей сем. Rhodomelaceae (*V. fucoides* и *O. dentata*). Повышенное содержание углеводов в апикальной зоне таллома представителей пор. Ceramiales может быть связано с высокой интенсивностью биосинтетических процессов в меристематических клетках, в частности – с активным синтезом полисахаридов клеточной стенки. Сравнение разных зон таллома водорослей по общему содержанию белка не показало достоверных различий.

Список использованных источников:

[1] Титлянов Э. А., Титлянова Т. В., Белоус О. С. Полезные вещества морских красных водорослей (Rhodophyta): химическая структура и содержание // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 2011. Т. 165. С. 305-319.

[2] Hewitt B. R. Spectrophotometric determination of total carbohydrate // Nature. 1958. Vol. 182. N 4630. P. 246-247

[3] Kirst G. O. Low MW carbohydrates and ions in Rhodophyceae: Quantitative measurement of floridoside and digeneaside // Phytochemistry. 1980. 19. 1107–1110.

[4] Lowry D. H., Rosebrough N. J., Farr A., Randall R. J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // Journal of biological

chemistry. 1951. Vol. 193. P. 265-275.

[5] Yanshin N., Kushnareva A., Lemesheva V., Birkemeyer C., Tarakhovskaya E. Chemical composition and potential practical application of 15 red algal species from the White Sea Coast (the Arctic Ocean) // *Molecules*. – 2021. Vol. 26. N 9. 2489.

[6] Turner CHC, Evans LV (1978) Translocation of photoassimilated ^{14}C in the red alga *Polysiphonia lanosa* // *British Phycological Journal* Vol. 13. P. 51–55.

Работа выполнена в лаборатории Фотосинтеза кафедры Физиологии и биохимии растений биологического факультета СПбГУ

**Изучение особенностей усвоения органических субстратов
фотосинтезирующими и нефотосинтезирующими штаммами
*Euglena gracilis***

Смирная А.Д.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Тараховская Е.Р., канд. биол. наук,
доцент каф. Физиологии и биохимии растений СПбГУ

Одноклеточная водоросль *Euglena gracilis* характеризуется миксотрофным типом питания: в дополнение к фотосинтетической ассимиляции углерода, она способна эффективно усваивать органические субстраты различной химической природы: спирты, сахара, органические кислоты и др. При этом, помимо фотосинтезирующих штаммов эвглены, существуют и бесцветные гетеротрофные штаммы. Целью данного исследования является сравнение двух штаммов *E. gracilis* (фотосинтезирующего и нефотосинтезирующего) по их способности к усвоению различных

органических субстратов в режиме миксо- и гетеротрофии.

Были использованы два штамма *Euglena gracilis* Klebs: штамм Z и бесцветный штамм ВЗ. Культивирование производилось в минеральной среде Cramer-Myers (Cramer, Myers, 1952) с добавлением органических субстратов (этанол, глицерин и гликолевая кислота в концентрации 0.5%). Для изучения динамики роста культур, ежедневно в течение 14 дней осуществляли подсчет клеток в суспензиях водорослей. Общее содержание углеводов в клетках *E. gracilis* определяли спектрофотометрически с помощью антронового метода (Hewitt, 1958). Общее содержание белка определяли по методу Лоури (Lees, Rahman, 1972). Содержание хлорофилла определяли спектрофотометрически (СФ-46) в ацетоновых экстрактах. Все эксперименты проводились в 5–12 биологических повторностях.

В результате исследования было выявлено, что наиболее эффективно метаболизируемым субстратом для *E. gracilis* является этанол. В присутствии этого субстрата ускоряется рост культуры, и в клетках накапливается парамилон. Усвоение этанола клетками эвглени не является светозависимым процессом. У бесцветного штамма эвглени этанол в большей степени стимулирует рост культуры, а у выращиваемого в темноте штамма дикого типа – накопление парамилона в клетках. В отличие от этанола, гликолевая кислота усваивается клетками *E. gracilis* только на свету, в режиме миксотрофии. Клетки бесцветного штамма не способны метаболизировать этот субстрат. Глицерин усваивается клетками обоих исследованных штаммов *E. gracilis* и на свету, и в темноте, но с более низкой эффективностью, по сравнению с этанолом. В режиме гетеротрофии присутствие глицерина в среде приводит к накоплению

в клетках эвглены парамилона и белка, но подавляет рост культуры. Механизмы метаболизации глицерина в клетках эвглены так же, как и причины подавления роста культуры в присутствии этого субстрата, в настоящее время детально не исследованы и открывают возможности для дальнейшей работы.

Список использованных источников:

[1] Cramer M., Myers J. Growth and photosynthetic characteristics of *Euglena gracilis* // Archiv für Mikrobiologie. 1952. Vol. 17. P. 384–402.

[2] Hewitt B.R. Spectrophotometric determination of total carbohydrate. Nature 1958, 182, 246–247.

[3] Lees, M.B.; Paxman, S. Modification of the Lowry procedure for the analysis of proteolipid protein. Anal. Biochem. 1972, 47, 184–192

Работа выполнена в лаборатории Фотосинтеза кафедры физиологии и биохимии растений биологического факультета СПбГУ

СЕКЦИЯ ГЕОГРАФИИ

Дайджест для тура по Карелии

Акчурина Л.Д., Жибуль А.П., Ивлева М.В., Лухменская А.М.,
Нагорнова Е.А., Сбитнева К.А., Шарова А.А., Шереметьев И.А.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Милицина С.В., канд. пед. наук,
преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Цель нашего проекта заключается в создании удобной базы данных для самостоятельного изучения инфраструктуры Карелии. Это уникальное предложение, так как базы данных со сбором всей необходимой информации для туризма в Карелии еще не существует.

Перед нами стояли следующие задачи: составить маршруты с помощью гис-систем и космических снимков, разработать для туристов план времяпровождения в Карелии, просчитать финансовую составляющую проекта, найти спонсоров, создать сайт для самостоятельного изучения инфраструктуры Карелии со сбором полной информации, с удобным интерфейсом.

На нашем сайте будут карты, маршруты, варианты времяпровождения в Карелии, ссылки, рекомендации. Пользователь нашего сайта сможет подобрать тур, подходящий лично для него, воспользоваться нашими предпринимательскими предложениями.

Мы разработали маршруты автомобильные (двухдневный и однодневный), велосипедные (для любителей активного и экстремального вида отдыха и для любителей спокойной, легкой прогулки вдоль Ладожского озера), пешеходные (маршрут, по наикрасивейшим местам, где можно насладиться красотами Карелии) и водные (сплав на байдарках, прогулка на катамаранах, рыбалка на

озерах Карелии; к водным маршрутам предлагается карта с отмеченными оборудованными местами для кемпинга, в которых туристы смогут отдохнуть, разжечь костер, переночевать), а также маршруты для людей с ограниченными возможностями и маршруты для путешествия с детьми.

Разработанные с помощью Гис-систем и космических снимков маршруты были перенесены на Яндекс карты. Никакой лишней информации, никаких лишних ссылок и переходов на другие сайты и статьи. Наш сайт будет оснащен полным сбором информации по туризму в Карелии.

В скором времени у туристов, которые путешествуют по родным краям, будет возможность пользоваться нашими наработками.

Список использованных источников:

[1] Большая страна. Что посмотреть в Карелии за 2-3 дня: что нужно для поездки. URL: <https://bolshayastrana.com/blog/chto-posmotret-v-karelii-za-2-3-dnya-77>

[2] Бон Тур. Туры в Карелию из Санкт-Петербурга и Москвы 2021 <https://bontour.ru/directions/russia/?dir=karelia&yclid=6834854145840381951> URL: <https://bontour.ru/directions/russia/?dir=karelia&yclid=6834854145840381951>

[3] Гуру туризма. Что посмотреть в Карелии на машине самостоятельно – маршрут, фото, описание, отзывы, карта. URL: <https://guruturizma.ru/chto-posmotret-v-karelii-na-mashine/>

[4] Гид по Карелии: подготовка и маршруты. URL: <https://blog.ostrovok.ru/gid-po-karelii-podgotovka-i-marshruty/>

[5] Путеводитель по Норвегии. Официальный сайт. URL: <https://www.visitnorway.com/>

[6] Путешествие по Карелии: куда поехать в первый раз | Блог TVIL.RU URL: <https://tvil.ru/blog/nahodki-dla-turistov/puteshestvie-po-karelii-kuda-poeihat-v-pervyy-raz>

[7] Управление по туризму Республики Карелия. URL: <https://tourism.gov.karelia.ru/>

[8] Экскурсионные туры в Карелию из Санкт-Петербурга 2022. URL: <https://acsia.ru/ekskursionnye-tury-po-rossii/kareliya/ekskursionnye-tury-v-kareliyu.html?yclid=6621212667735441407>

[9] Яндекс Карты. Транспорт, навигация, поиск мест. <https://yandex.ru/maps/10945/uhta/?ll=53.684022%2C63.562626&z=14>

[10] Google Карты. URL: <https://www.google.ru/maps/>

[11] Google Earth. URL: <https://earth.google.com/web/@44.09573651,96.83722368,899.87367026a,2481972.38933891d,35y,0h,0t,0r>

[12] MindMeister. Бесплатная программа для майндмеппинга: Мандмэппинг – Ментальные карты онлайн. URL: https://www.mindmeister.com/ru/mm/signup/basic?return_to=https%3A%2F%2Fwww.mindmeister.com%2Fru%2Fmaps%2Fdashboard

[13] Scantour. // Отдых и туры в Карелию из Санкт-Петербурга. URL: https://scantour.ru/from_spb

[14] Tripadvisor: 10 лучших достопримечательностей в Республике Карелия 2022. URL: https://www.tripadvisor.ru/Attractions-g298504-Activities-Republic_of_Karelia_Northwestern_District.html

[15] Tutu.ru // Горящие туры в Карелию из Санкт-Петербурга 2022 все включено с перелетом. URL: https://tours.tutu.ru/rossiya/karelia/iz/75_sankt-peterburg/

[16] 24 самых красивых места в Карелии – это стоит увидеть.

URL: <https://dorogi-ne-dorogi.ru/kareliya/24-samyx-krasivyx-mesta-v-karelii.html>

[17] 50 лучших достопримечательностей Карелии – самый

полный обзор. URL: <https://blogtravel.by/dostoprimechatelnosti-karelii/>

Санкт-Петербургские маршруты

Гибадуллина К., Демидов Р., Зиганшина С., Лаптев А.,
Рахманов Б., Туровец Т.

Инженерный лицей-интернат СУНЦ КНИТУ-КАИ

Научный руководитель: Хайдаров И.И., заместитель директора
по научно-исследовательской работе,

Инженерный лицей-интернат СУНЦ КНИТУ-КАИ

Наша цель – создание геопортала с пешими маршрутами по городу Санкт-Петербург, которые будут различны по времени года, длительности, а также будут удовлетворять интерес большинства людей. Данный проект называется «Санкт-Петербургские маршруты» и представляет собой сайт с множеством различных маршрутов разной тематики. На основной панели есть три раздела: главная страница, карта с маршрутами, помощь/поддержка.

На главной странице отображена информация о сайте.

На странице с маршрутами представлены фильтры для сортировки маршрутов и выбора наиболее подходящих для пользователей. В фильтры входит выбор времени года и длительности прогулки. А также есть выбор 5 различных тем: «Литературный дворик» (маршруты, посвященные художественным произведениям и

писателям), «История» (маршруты, проложенные по исторической составляющей города), «Современный мир» (маршруты по местам, представляющим современное искусство; маршруты, включающие разного рода активности: велопрогулки (маршруты по велодорожкам города), лыжные трассы (проложенные лыжни по городу, паркам); места для фотосессий), «Фильмы» (маршруты по местам, где снимались разные фильмы), «Острова» (маршруты по интересным местам, находящимся на ближайших островах).

При выборе маршрута пользователь может ознакомиться с его описанием, что позволяет получить о нем более точное представление. На карте также указаны не только сами точки, пункты маршрута, но и информация о каждой локации.

Техническая часть проекта. Для разработки серверной части (back-end) был использован язык nodeJS и SQLite (база данных). Для работы с интерактивными картами была использована библиотека LealLetJS.

Промежуточный результат: создан геопортал, оснащенный пользовательским интерфейсом и интерактивными кнопками; создан инструментарий для разработки маршрутов на нашем сайте (то есть наш собственный конструктор карт, с помощью которого мы составляли маршруты на карте); создан и воплощен в жизнь дизайн нашего сайта; создано более 30 маршрутов, а также оптимальные фильтры для их сортировки; воплощена идея с активными маршрутами, например, по велодорожкам или лыжне; создана база данных, в которой хранится вся информация о маршрутах и сайте в целом; на панель управления добавлена страница поддержки, где есть ответы на возможные вопросы.

Планы на ближайшее будущее: создать отдельный конструктор, программу для описания маршрутов, благодаря которой в описании маршрута может храниться больше информации, картинки и гиперссылки; добавить GPS навигатор, который откроет новые возможности в использовании сайта; создать чат-бот помощи и поддержки в Телеграмм.

Глобальные цели: создание конструктора для пользователей, который предоставит им возможность самим создавать маршруты и отправлять их нам на обработку; масштабирование проекта путем добавления других городов, например, Казани.

Продвижение проекта планируется в социальной сети Вконтакте и Телеграмм посредством рассылок, рекламы и создания собственных сообществ и каналов, а также путем сотрудничества с различными туристическими организациями. На данный момент наш сайт предназначен исключительно для общественного пользования, на нем нет никакой рекламы, а также у нас нет расходов на проект. Но в ходе масштабирования проекта и роста аудитории, мы будем рассматривать размещение рекламы на нашем сайте и будем сами активно продвигать наш сайт.

Создание геопортала для отображения данных углеродного мониторинга на территории Челябинской области с помощью космоснимков

Пащенко А.А., Ходыкина Д.А.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Милицина С.В., канд. пед. наук,
преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Проблема парникового эффекта – одна из наиболее глобальных и важных в современном мире. И основной причиной этому является высокая концентрация CO₂ в атмосфере.

Президент Российской Федерации Путин В.В. неоднократно в своих выступлениях говорил о необходимости обеспечения низкого уровня выбросов парниковых газов. Одна из причин, почему данные меры крайне важны – это негативное влияние парникового эффекта на экологическое благополучие населения, а также на работу промышленных предприятий.

Это способствовало появлению новых программ и инвестиционных проектов по борьбе с парниковым эффектом. Так, на данный момент эту проблему пытаются преодолеть предприниматели, устанавливая заводы по переработке CO₂. В некоторых странах такие предприятия уже успешно работают массово, но Россия к таким странам, к сожалению, пока не относится. Основная трудность заключается в выборе территории для таких установок, так как необходимо учитывать много критериев. [1].

Решить подобные проблемы возможно с помощью внедрения специализированной геоплатформы с помощью космоснимков. Её создание поможет предпринимателям быстро находить оптимальные

территории для установки заводов по переработке углекислого газа. Основной принцип работы геопортала – создание с помощью космоснимков единого портала, на котором будут выделены подходящие места для установки предприятия.

Выбор космоснимков в качестве основы геопортала обусловлен тем, что именно с их помощью возможно отследить увеличение концентрации углекислого газа за последние 10 лет (что в основном происходит из-за деятельности человека) и, как следствие, использовать полученную информацию в дальнейшей работе. [3].

В качестве примера подобного предприятия был рассмотрен завод «Огса» в Исландии, который начал свою работу совсем недавно. Принцип его переработки углекислого газа заключается в следующем: специальное оборудование улавливает CO₂, закачивая под землю, где смешивает его с водой, в результате чего CO₂ минерализуется и превращается в камень. Наиболее важными условиями для установки «Огса» являются наличие базальтовых горных пород и водоёма. Для простоты мониторинга концентрации CO₂ в атмосфере было решено использовать данные со спутников. Для создания проекта геопортала были использованы такие технологии, как Яндекс.карты, Wix, Windy и другие.

Проанализировав территорию с учетом опыта анализа завода «Огса», мы сделали вывод о том, что Челябинская область подходит для установки предприятия по переработке CO₂. Помимо этого, наша команда сделала прототип геопортала, на котором можно найти интересную информацию по теме и ознакомиться с результатами научной деятельности. Как итог, наиболее подходящие зоны выделены на карте Челябинской области.

Мы полагаем, что такая единая платформа поспособствует развитию подобного способа утилизации CO₂, а значит, установке подобных заводов в Российской Федерации, что приведёт к улучшению уровня жизни населения и предотвращению в некоторых районах экологической катастрофы.

В дальнейшем планируется расширить охват геопортала до масштабов всей страны и увеличить его функциональность с учетом экономической целесообразности установки завода в выбранной местности.

Список использованных источников:

[1] ГИС-Атлас Недра России. ГИС-Пакеты оперативной геологической информации. – Режим доступа: URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#f64c0299b062042e> (дата обращения: 28.05.2022).

[2] Технологический обзор. Улавливание, использование и хранение углерода (CCUS). // Информационная служба Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций. – Режим доступа: URL: https://unece.org/sites/default/files/2021-02/CCUS%20brochure_RU_final.pdf (дата обращения: 28.05.2022).

[3] Торсунова О.Ф. Исследование возможности применения космических снимков для определения границ зон с особыми условиями использования территорий // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vozmozhnosti-primeneniya-kosmicheskikh-snimkov-dlya-opredeleniya-granits-zon-s-osobymi-usloviyami-ispolzovaniya> (дата обращения: 28.05.2022).

СЕКЦИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Национальный вопрос в политических движениях русской эмиграции 1920ых-1930ых годов

Абдульманов А.М.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Воронович А.В., канд. ист. наук,
преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

В начале XX века начался очередной виток обострения национального вопроса, который стал одной из причин Великой русской революции. Последовавшие политические и социально-экономические изменения 1920-х – 1930-х гг. ознаменовались активной национальной политикой – внедрением принципа коренизации и отказом от него. В конце XX – начале XXI в. национальный вопрос вновь стал одним из наиболее острых: борьба за независимость в Чечне, столкновения между Арменией и Азербайджаном.

Одним из значимых элементов русской культуры и политической мысли XX в. выступила эмиграция, которая активно занималась осмыслением причин революции и Гражданской войны, с одной стороны, и наблюдала «со стороны» за жизнью СССР, с другой. Таким образом, данная среда занимала уникальное социальное и культурное положение, что поспособствовало оригинальной продуктивной мыслительной деятельности и политической активности.

В качестве объекта исследования был избран национальный вопрос в российской эмиграции – сюжет значимый как в силу своей политической актуальности, так и недостаточной степени изученности. Традиционно исследователи рассматривают

национальный вопрос в рамках одного из течений эмиграции. Здесь предпринята попытка сравнить идеи крупных русских эмигрантских течений.

Идеи фашистских организаций на Дальнем Востоке (Российская Фашистская Партия, Всероссийская Фашистская Организация, Всероссийская Фашистская Партия, Российский Фашистский Союз) сводятся к следующему:

- притеснение евреев из-за их участия в «жидо-масонском заговоре» («главная причина» падения Российской Империи) и принципа проживания на родной земле – земли евреев Ближнего Востока не входили в состав российского государства. Их, как и другие аналогичные национальности, воспринимали как нежелательных гостей, что подразумевало строгое миграционное законодательство

- отношение к другим нациям, чьи земли входили в состав России, – имели права как часть «российской нации».

Политическое движение социал-монархизма, представленное организацией младороссов, предлагало изучение культур России, предоставление местного самоуправления через систему «дебольшевизированных» советов, создание централизованной федерации с центром в виде царя и русского народа, объединённого Православной церковью. Однако, признаком «русскости» скорее являются не религия, а географическое положение, так как, например, украинцев младороссы считали независимым новым народом.

Ещё одним политическим движением является сменовеховство, которое, ввиду сильного влияния Н. В. Устрялова, рассматривалось в

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

тесной связи с национал-большевизмом. Они предлагали восстановление и укрепление «великой и единой России» на принципах русификации и предоставления автономии отдельным нациям со специфическими условиями.

Евразийство смотрело на межнациональные аспекты иначе – автономия без права выхода из состава России. Серьёзным недостатком федерации евразийцев является неоднозначная трактовка принадлежности к главенствующему русскому народу, вызванная стремлением считать русских как православными, так и новым «евразийским» типом, который содержал в себе элементы нерусского происхождения, что расширяет возможности трактовки этого термина.

НТСНП, представляющий движение солидаризма (изначально – корпоративизма), не выделял отдельно национальный вопрос. Однако его позицию можно предположить, основываясь на общих принципах, на сотрудничестве различных элементов государства и общества; на равенстве граждан перед законом. Равенство граждан отводит национальные конструкторы на задний план, давая приоритет социальным, что могло помочь решать национальный вопрос, как проблему между гражданами, а не представителями разных наций.

Наиболее мощная организация эмиграции – Русский общевоинский союз – видела решение национального вопроса с помощью тех же механизмов, которые использовались в Российской Империи, а также путем возможного предоставления автономии на условиях борьбы с советской властью.

Авторы «Нового Града» – представители неонародничества –

рассматривали проблемы как на уровне личности, так и национальной идентичности или религии. Их объединяют уважение к личности, стремление к самопознанию и идеям Православия. Вероятно, новоградцы были бы готовы предоставлять наиболее широкую автономию для разрешения конфликтов и сделать всех граждан равными перед законом.

Из представителей либерализма были рассмотрены П. Б. Струве и П. Н. Милюков. Их подход сводится к предоставлению автономии и признанию национальной идентичности.

Таким образом, выделяются несколько подходов, среди которых возможными для применения в силу современной системы законодательства остаются варианты федерализации (предоставления автономии), равенства граждан перед законом. Данные принципы используются современной российской властью, однако стоит внимательнее присмотреться к взглядам эмигрантов и тем тонкостям в национальных отношениях, которые они отмечали.

Список использованных источников:

[1] Алексеев Д. Ю. Возникновение и становление Народно-Трудового Союза российских солидаристов // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2020. № 1. С. 150–160. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozniknovenie-i-stanovlenie-narodno-trudovogo-soyuza-rossiyskih-solidaristov> (дата обращения: 30.04.2022)

[2] Базанов П.Н. Сменовеховцы о русской эмиграции // Вестник Русской христианской гуманитарной академии. 2020. Т. 21. Вып. 4. Ч. 2. С. 288–296. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/smenovehovtsy-o-russkoy-emigratsii> (дата обращения: 30.04.2022)

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

[3] Гладких А.А. Русский Фашизм в Манчжурии // Вестник Дальневосточного отделения РАН. 2008. № 5. С. 112–121. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/russkiy-fashizm-v-manchzhurii>

[4] Косик В.И. Национализм и его вариации в маршах эпохи (младороссы) // Славяноведение. 2011. № 4. С. 28–36. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16501171&> (дата обращения: 30.04.2022)

[5] Машукова Е. Ю. "Новый град" о социалистическом строе в России. Вестник Русской христианской гуманитарной академии. Т. 21. Вып. 4 (Ч. 2). С. 139–152. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-grad-o-sotsialisticheskom-stroe-v-rossii> (дата обращения: 30.04.2022)

[6] Самохин А.В. Концепции политического устройства России в классическом евразийстве // Локус: люди, общество, культуры, смыслы. 2010. С. 98–106. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsii-politicheskogo-ustroystva-rossii-v-klassicheskom-evraziystve> (дата обращения: 30.04.2022)

[7] Толстенко А. К. Русская нация и её концептуализация в работах П. Б. Струве и М. О. Меньшикова // Вестник Московского университета. Сер. 8. История. 2013. № 4. С. 35–48. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/russkaya-natsiya-i-ee-kontseptualizatsiya-v-trudah-p-b-struve-i-m-o-menshikova>

[8] Чемакин А. «Армия в сюртуках» // Живая история. 2017. № 7. URL: <http://lhistory.ru/statyi/armiya-v-syurtukah> (Дата обращения: 30.04.2022)

**Немецкое влияние на архитектуру и повседневность
средневекового западнославянского города**

Карпущенко О.Г.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Святовец О.А., канд. ист. наук,
преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Идеи европейского единства волнуют умы общества уже не первое поколение. Примером может служить существование такого межгосударственного образования, как Европейский союз. Но часто возникает вопрос: «Как это возможно?» - ведь многоязыкий, полиэтнический и многоконфессиональный старый свет не может быть един культурно. Особенно остро проблема ощущается по отношению к двум историческим полюсам Европы – Западу и Востоку. Актуальность данной работы заключается в выявлении исторических корней современных культурных интеграционных процессов. На мой взгляд, решение вопроса стоит искать в средневековье, так как именно в это время происходило формирование европейских наций и прообразов современных государств. Исследование я решил начать с анализа процесса формирования единого европейского культурного пространства на примере западнославянских стран. Данный выбор обусловлен нахождением указанных территорий в зоне межкультурных контактов между классическим Западом на примере немецких государств, и славянами - основным населением Восточной Европы. В этой связи особое внимание уделяется процессу немецкой колонизации как одному из важнейших во взаимоотношениях Восточной и Западной Европы. Исходя из этого, целью моей работы стало изучение влияния немецкой колонизации на западнославянский

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

город как особую единицу в средневековом обществе. В этом направлении я решил рассмотреть два аспекта – внешний и внутренний. Внешний – это облик города, т.е. его архитектура, застройка, внутренний – повседневная жизнь горожан. Поставленная цель работы позволила определить ее задачи: во-первых, выявить общие черты причин и предпосылок немецкой колонизации на различных западнославянских землях, во-вторых, рассмотреть ход переселения немцев на обозначенные территории, в-третьих, изучить архитектурные изменения, произошедшие в результате немецкой колонизации, и, наконец, рассмотреть изменения в повседневности жизни горожанина через призму правовых отношений. Особое внимание в работе уделяется изучению немецкой колонизации в историографии. В данном исследовании используются как изобразительные (планы городов), так и письменные источники, среди которых можно выделить нарративные (Великопольская хроника) и правовые (Саксонское зеркало). С научно-практической точки зрения, моя работа показывает, что концепция истории государства, как истории государства национального, может являться не единственной. Также на примере изучения зон межэтнических контактов исследование позволяет разработать мультикультурный подход, когда история становления государства рассматривается в контексте межэтнических и межнациональных отношений, в нем возникающих. Такой подход будет не менее актуален при изучении истории России как классического примера полиэтнического государства. Данную информацию можно использовать в школах на уроках истории. Возможно, знакомство с моей работой заинтересует

школьников изучением прошлого нашей страны в контексте межнациональных отношений, складывавшихся на ее просторах.

Список использованных источников:

[1] Бандтке, Георг Самуил. История Государства Польского — С-Петербургъ: Типографія Императорской Россійской Академіи, 1830. — 350 с.

[2] Бардах Ю., Леснодорский Б., История государства и права Польши. 1980// LawBook.online: URL: <https://lawbook.online/rossii-prava-gosudarstva-istoriya/istoriya-gosudarstva-prava.html> (дата обращения: 29.10.2021).

[3] Великопольская хроника.

[4] Горшенина Н.П. Особенности этноконфессиональных отношений внутри городских общин Магдебургского и Хелмского права//Вестник Самарской Гуманитарной Академии. — 2016. — № 1-2. — С. 12-17.

[5] Домбровский Ян. Польская политика и натиск германского феодального мира на Чехию и Венгрию в средние века //Германская экспансия в Центральной и Восточной Европе. М: Прогресс, 1965. — С. 71-109.

[6] Келлер О.Б. Из истории городского права, правовых семей и сборников средневековой Германии / О. Б. Келлер. — Текст: непосредственный // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. — 2015. — № 1. — С. 24-30.

[7] Келлер О.Б. Немецкое средневековое право в Силезии. — Минск- 2014. - С. 7.

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

[8] Келлер О.Б. Рецепция немецкого права на территории Словакии в средние века/О.Б. Келлер. — Текст: непосредственный // Веснік БДУ. — 2010. — № 1. — С. 29-32.

[9] Келлер О.Б. Средневековое немецкое право на землях Центральной и Восточной Европы в XIII-XVIII веках/ О.Б. Келлер. — Минск: РИВШ, 2012. — 244 с

[10] Келлер О.Б. Сфера действия «Саксонского» и «Швабского Зерцал» в Центральной и Восточной Европе и//Гуманитарные науки. Исторические науки. — 2014. — № 1. — С. 27-34.

[11] Кутшеба С. История Государственного и Общественного строя Польши — М: Монолит-Евролинц-Традиция, 2002. — 137 с.

[12] Лушина М.Г. Средневековая история Гнезно: социально-экономическое и политико-правовое развитие польского города: магистерская работа/ Лушина Мария Григорьевна; Саратовский Государственный Университет им. Н. Г. Чернышевского. — Саратов, 2016. — 92 с.

[13] Лябуда Герард. Историографический анализ так называемого германского «Натиска на Восток» // Германская экспансия в Центральной и Восточной Европе. — М: Прогресс, 1965. — С. 26-70.

[14] Малечинская Ева. Проблема «Дранга нах Остен» в XIV-XV веках // Германская экспансия в Центральной и Восточной Европе. — М: Прогресс, 1965. — С. 109-122.

[15] Мисаревич Н.В. «Немецкая колонизация» как составляющая процесса распространения Магдебургского права в Центральной и Западной Европе и Роль гражданского общества, социального и

правового государства в защите и реализации прав человека. Материалы Третьей межвузовской практической конференции. — 2013. — № . — С. 65-70.

[16] Саксонское зеркало Книга Третья. Url: <https://www.vostlit.info/Texts/Dokumenty/Germany/XIII/Sachsenspiegel/text3.phtml>

[17] ТЫМОВСКИЙ Михал. История Польши/ТЫМОВСКИЙ Михал, Кеневич Ян, Хольцер Ежи. — М: Весь мир, 2004. — 544 с.

[18] Эльблонгская книга Url: http://drevlit.ru/docs/polsha/XIII/Pol_Pravda/text22c7.php

[19] Musiaka Ł. TEUTONIC STATE ORDER'S CULTURAL HERITAGE IN TOWNS OF WARMIA-MASURIA PROVINCE IN POLAND

[20] Romuald Kaczmarek. The cultural identity of medieval Silesia: the case of art and architecture//Cuius Regio? Ideological and Territorial Cohesion of the Historical Region of Silesia (c. 1000-2000) vol. 1. The Long Formation of the Region Silesia (c. 1000-1526). — Wrocław: Publishing House eBooki.com.pl, 2013. — p. 193-214.

[21] Heiner Lück. Aspects of the transfer of the Saxon-Magdeburg Law to Central and Eastern Europe

Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Оценка уровня языка с помощью лексико-грамматического компонента лингвальной компетенции

Тыщенко А. В.

Академическая гимназия им. Д. К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Сказочкина Т.В., канд. пед. наук,
преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Подготовка к международному экзамену по английскому языку предполагает владение знаниями об уровне языковой компетенции как составной части коммуникативной компетенции. Потенциальный кандидат на сдачу такого рода языкового экзамена должен знать о системе критериев для определения собственных компетенций и структуре экзамена. В процессе работы со значительным количеством тестов и анализа различных типов экзаменационных работ проявляется интерес к степени эффективности того или иного метода проверки языковой компетенции. Это происходит из-за больших временных затрат в процессе подготовки и прохождения тестирования. В результате возникает вопрос: как можно оптимизировать процесс оценивания уровня языка учащегося? Именно на решение данной и направлен проект.

Актуальность данного исследования определяют следующие факторы:

- отсутствие альтернативных путей определения уровня владения иностранным языком, принимая во внимание высокую стоимость экзамена из-за значимости и сложности составления.
- снижение объективности оценивания уровня владения у некоторых кандидатов по причине стрессового фактора во время

экзамена, который проявляется из-за большого количества заданий и их выполнения в ограниченное количество времени.

- неопределённость со стороны желающих, какой языковой экзамен выбрать.

Целью проекта является составление оптимального лексико-грамматического задания тестового типа для определения уровня языковой компетенции и критериев оценивания к нему.

Методы исследования: тестирование, анализ, сравнение.

В ходе данного исследования были реализованы следующие задачи:

- Были проанализированы различные типы тестовых заданий. На основе данного анализа было составлено собственное задание типа «Перифраз» с учетом возможности применения на разных уровнях.

- На основе анализа способностей ученика, соответствующих определенному CEFR уровню, были составлены критерии оценивания к заданию, основанные на математических формулах.

- Проведено тестирование; анализ его результатов позволил выявить слабые стороны задания и критериев оценивания, которые в последствии были доработаны.

- Составлена сводная таблица с результатами тестирования учащихся.

В результате работы было составлено лаконичное лексико-грамматическое задание, позволяющее оценить уровень владения языком в рамках коммуникативной компетенции.

Список использованных источников:

- [1] Cambridge dictionary. URL: <https://dictionary.cambridge.org/>
(дата обращения: 30.04.2022)
- [2] English Language Assessment. // International language standards.
// About the Common European Framework of Reference for Languages
(CEFR). URL: [https://www.cambridgeenglish.org/exams-and-tests/cefr/#:~:text=The%20Common%20European%20Framework%20of%20Reference%20for%20Languages%20\(CEFR\)%20is,who%20have%20mastered%20a%20language](https://www.cambridgeenglish.org/exams-and-tests/cefr/#:~:text=The%20Common%20European%20Framework%20of%20Reference%20for%20Languages%20(CEFR)%20is,who%20have%20mastered%20a%20language) (дата обращения: 30.04.2022)
- [3] English Profile, The CEFR for English. URL:
<https://www.englishprofile.org/> (дата обращения: 30.04.2022)
- [4] The ALTE “Can do” project. English version. // Articles and “Can do” statements produced by the members of ALTE 1992-2002. URL:
<https://www.cambridgeenglish.org/Images/28906-alte-can-do-document.pdf> (дата обращения: 30.04.2022)

СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКИ

Нахождение кратчайшего расстояния между двумя точками на сложной фигуре в элементарных функциях с помощью информационных технологий

Бирюков Г.И.

Академическая гимназия им. Д. К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Григорьева А.В., канд. тех. наук, доцент кафедры информатики СПбГУ.

По данным Минэнерго в России на ноябрь 2020 года на 11 действующих АЭС эксплуатируется 37 энергоблоков, функционируют 74 НПЗ и ГПЗ суммарной мощностью первичной переработки нефти 332,2 млн тонн в год. [4], [5].

Предметом нашего исследования стали промышленные объекты, выступающие на НПЗ, ГПЗ и АЭС как ёмкости для различных веществ и бетонная изоляция соответственно. Объекты имеют характерные формы: цилиндр, усечённый конус, сфера, «колпак» - полуэллипсоид [1].

С определенной периодичностью исследуемые промышленные объекты проверяются на пригодность к эксплуатации. Методом акустической эмиссии решается задача локализации дефектов. [7]

Проблема заключается в том, что на сегодняшний день только квалифицированные, опытные специалисты могут определить возможные места трещин, даже при наличии профессиональных программ-обработчиков данных от датчиков. Однако таких сотрудников единицы, и они могут уходить в отпуск, на больничный, на пенсию. Следовательно, заводы заинтересованы в программном продукте, указывающем наиболее вероятные местоположения дефектов при минимальном вмешательстве человека в процесс анализа.

Во всём мире не существует программной системы, которая решала бы эту проблему целиком [3]. В существующих системах задача решается частично – для плоских объектов, но для тел сложной формы (конус, днище, их переходы) не решена ни в одной из этих программ.

В данной исследовательской работе поставлена цель написать алгоритм нахождения кратчайшего расстояния между двумя произвольными точками по поверхности промышленного объекта.

Данные о координатах датчиков представлены в цилиндрической системе координат. Переход к развёртке приводит нас к упрощению задачи: точка теперь описывается парой значений, а не тройкой; основной формулой нахождения расстояния становится Евклидово расстояние – квадратный корень из суммы квадратов разницы абсцисс и разницы ординат. Проблемными местами являются места перехода из одной формы в другую, а также отсутствие возможности создания слитой развёртки всей формы объекта. Слитая развёртка – ограниченная часть плоскости, не имеющая в себе точек, не существующих на прообразе объекта. Обе проблемы решаются разбиением формы объекта на элементарные фигуры. Связующим звеном между фигурами будут пограничные точки, имеющие одни и те же координаты.

Для достижения цели:

1) выделяем область нахождения геодезической линии: $[\min(x_1, x_2); \max(x_1, x_2)]$, где x_1, x_2 – абсциссы точек соответственно. Заметим, что если геодезическая линия проходит через границу разрыва развёртки, то это, во-первых, легко обнаружить: абсолютное значение разницы координат больше половины длины окружности

той фигуры, которая разворачивается, а, во-вторых, легко решается: выбрать ось симметрии: $x = x_1$ и найти симметричную точку для точки $(x_2; y_2)$. Очевидно, что перекидывать в область развёртки можно и первую точку.

2) методом тернарного поиска [2] находим глобальный минимум среди кусочно-линейных функций, соединяющих наши точки.

Таким, образом, было проведено исследование, результатом которого стало понимание разнообразия форм промышленных объектов. Предложено решение задачи, заключающееся в разбиении формы объекта на элементарные тела. Описана общая архитектура алгоритма, позволяющего в практических целях с заданной точностью находить кратчайшее расстояние между двумя точками по поверхности объектов – формы, состоящих из элементов конуса и цилиндров произвольных размеров. Алгоритм был реализован на C++ [6] и протестирован на реальных данных и показал свою работоспособность.

Список использованных источников:

[1] Калинин А.Ю., Терёшин Д.А. / Геометрия. 10-11 классы. (профильный уровень) / 2011. - 640 с.

[2] Окулов С. М. / Программирование в алгоритмах / - 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 383 с.

[3] Belousova V., Grigorieva A. Development of a software package for acoustic emission control data analysis //CEUR Workshop Proceedings of 3rd Conference on Software Engineering and Information Management, SEIM. – 2018. – С. 61-66

[4] Генерация электроэнергии. URL: <https://www.rosatom.ru/production/generation/> (дата обращения: 28.05.2022).

[5] Капвложения НК в нефтепереработку в 2020г. выросли на 15%. URL: <https://www.finmarket.ru/news/5448414> (дата обращения: 28.05.2022).

[6] Visual studio code in action. URL: <https://code.visualstudio.com/docs> (дата обращения: 28.05.2022).

[7] Оглезнева Л.А. Сравнительные характеристики акустико-эмиссионных систем // Векторы благополучия: экономика и социум. 2011. №1 (1). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnye-harakteristiki-akustiko-emissionnyh-sistem> (дата обращения: 28.05.2022).

Локализация динамических систем с применением интервальной арифметики

Бугреев Б. В.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Гамкрелидзе Т.А., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Динамические системы находят широкое применение в различных областях исследования ввиду их удобства для создания моделей многих естественных процессов и в большинстве случаев не поддаются аналитическому описанию, в связи с чем использование компьютерных технологий упрощает моделирование и решение данных систем.

Наша *главная задача* – создание программы, содержащей модуль интервальных вычислений и реализацию алгоритмов локализации динамических систем в вещественной и интервальной арифметике.

Структура проекта

Данный проект состоит из программы, содержащей модуль интервальной арифметики, реализацию алгоритма итерации отрезка в вещественной и интервальной арифметике, реализацию построения графиков на основе полученных данных.

Модуль интервальной арифметики состоит из функции, выполняющей основные арифметические операции с интервалами, такие как сложение, вычитание, умножение, деление.

Алгоритм итерации алгоритма итерации отрезка заключается в последовательной итерации точек некоторого отрезка:

1) На отрезке выбираются N точек x_i и строятся их образы $f(x_i)$. Последовательно соединенные точки $f(x_i)$ представляют собой ломаную, являющуюся приближением к образу отрезка. Чем меньше звено ломаной, тем точнее приближение.

2) Выполняется регулировка длин ломаных. Выполняем деление длинных звеньев пополам, т.е. если полученная ломаная имеет звено $[A, B]$, для которого расстояние между концами становится больше h , то выбирается точка C на середине этого звена, и вместо звена $[A; B]$ рассматриваются $[A, C]$ и $[C, B]$. Если расстояние между концами новых звеньев меньше h , то процесс деления прекращается, иначе нужно осуществить новое деление каждого звена, длина образа которого больше h .

Итерация в интервальном варианте алгоритма итерации отрезка

происходит аналогично итерации в классическом виде за исключением нескольких нюансов:

1) В качестве начальных приближений рассматриваем не точки на отрезке, а маленькие интервалы, на которые делим отрезок.

2) В интервальном методе на каждой итерации совершается проверка того, лежит ли образ интервала целиком в заданной области: если часть образа лежит вне области, то он удаляется;

3) Помимо корректировки расстояния между образами также совершается еще корректировка длин образов: в случае, если образ интервала $[A, B]$ больше h , то на его середине берется точка C , и тогда $[A; B]$ разбивается на два интервала $[A, C]$ и $[C, B]$. Эта процедура совершается со всеми образами интервалов, чья длина превышает h , до тех пор, пока все образы не будут меньше h .

Основные результаты работы

1) Создан модуль для операций в интервальной арифметике, содержащий в себе основные арифметические операции.

2) Реализован алгоритм итерации отрезка в обоих видах.

3) Реализован алгоритм построения графиков при помощи библиотеки Matplotlib в python.

В будущем планируется *развить проект* следующим образом:

1) Увеличить количество возможных операций в модуле интервальной арифметики, т.е. добавить подсчёт синусов, косинусов и других математических функций.

2) Увеличить число способов построения приближений.

Список использованных источников:

- [1] Меньшиков Г. Г. Интервальный анализ и методы вычислений. – СПб.: Науч.-исслед. ин-т химии С.-Петерб. ун-та, 1998-2001. Вып. 1. Введение в интервальную организацию вычислений.
- [2] А.Н. Канатников. Локализация сложных структур для динамических систем. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана.
- [3] Терентьев С.В. Разработка и реализация основанных на интервальной арифметике алгоритмов компьютерного исследования динамических систем. – Дисс. кфмн, СПб, 2010.
- [4] Каток А.Б., Хасселблат Б. Введение в современную теорию динамических систем. – М.: Факториал, 1999.
- [5] Терентьев С.В. Разработка и реализация основанных на интервальной арифметике алгоритмов компьютерного исследования динамических систем. – Дисс. кфмн, СПб, 2010.

Адаптация и создание модульного двухэкструдерного 3Д принтера

Грачев А.В., Мошкин Г.П., Туманина П.Д.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Аминев Т.Р., аспирант
кафедры фотоники Физического факультета СПбГУ

Аддитивные Технологии, или 3д печать, очень разнообразны (FDM, FFF, SLA, SLM, SLS и т.д.). Посредством 3д печати изготавливают элементы механизмов, литьевые формы, протезы, импланты, сопла ракетных двигателей и многое другое. Перспективы развития отрасли сулят как создание трансплантатных органов, не вызывающих отторжения у пациента, так и изготовление бытовых

вещей для обывателя.

Наша цель состояла в изготовлении 3Д принтера с характеристиками, сопоставимыми с заводскими моделями, в том числе, разработка уникальной модульной системы, основанной на замене экструдера или портала.

Первым этапом проектирования было глубокое изучение информации, выбор механики и кинематики принтера. Вторым этапом была проектировка рамы с учётом выбранной нами конструкции. После первичного компьютерного моделирования был составлен список необходимых для изготовления материалов. Компоненты, которые невозможно изготовить самостоятельно, были закуплены; остальные части принтера были распечатаны.

Первым этапом сборки была сборка рамы из алюминиевого профиля 40x40мм. Затем к готовой раме были прикреплены рельсовые направляющие осей X и Z. Далее была проведена точная выверка и корректировка рамы. На полученную раму была установлена необходимая фурнитура, шаговые двигатели, датчики и необходимые электронные компоненты. Следующим шагом была установка блока питания на 12 вольт и платы Arduino Mega, с установленным на неё блоком расширения Ramps 1.5.

Выбирая ПО для принтера, мы решили воспользоваться open-source проектом Marlin. Кроме того, для печати мы использовали программу Repetier-Host, в которой можно как проводить слайсинг и печать, так и отлаживать принтер. Мы выбрали эти программы из-за их удобного интерфейса, возможности бесплатного использования и лучшей среди аналогов совместимостью с нашими устройствами.

В результате наша команда разработала уникальную модульную

систему: наш 3Д принтер позволяет использовать широкий спектр материалов: пластик, шоколад, гидрогель, глину и прочие вещества, пригодные для FDM печати. Ближайшими аналогами можно назвать ЧПУ станки с возможностью устанавливать различные фрезы и свёрла, однако это направление далеко от 3д печати. Кроме того, наш принтер значительно дешевле и проще аналогов. Разработанный нами принтер использует кинематику XYhead Zbed, и поэтому направляющие одной из осей могут быть без труда демонтированы и заменены на другие направляющие, имеющие идентичное крепление и правильно расположенные ролики для крепления ремней. Именно этот принцип позволяет заменять один экструдер другим, подходящим для печати другим материалом.

В перспективе мы планируем улучшить внешний вид принтера, в том числе провести кабель-менеджмент, собрать и установить защитный кожух для платы принтера. Мы также собираемся изготовить комплект сменных экструдеров на принтер, заменить кабель-канал на открывающийся, чтобы упростить смену экструдера, разработать пользовательский интерфейс для удобства пользования принтером, создать новый принтер с учётом всех недостатков текущей конструкции и с использованием полученных опыта и знаний.

Список использованных источников:

- [1] В. С. Ким. Теория и практика экструзии полимеров. – М.: Химия, Колос-С, 2005. – 566 с.
- [2] Энрике Канесса, Карло Фонда, Марко Дзеннаро. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития (перевод с

англ.). – МЦФБТ, 2013. – 190 с.

[3] Горьков Дмитрий. 3D-печать с нуля. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 256 с.

[4] Стоганов Роман. 3D печать. Коротко и максимально ясно. – LittleTinyH Books, 2016. – 76 с.

[5] Клайн Лидия Слоун. Fusion 360. 3D-моделирование для мейкеров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 283 с.

Модернизация школьных пропусков при помощи технологии считывания QR-кодов

Животиков Т.С., Попова С.И., Рогачёв А.Д.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Мултанен Т.Г., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

В век электронных баз данных не принято держать документы «на руках». Ценность студенческого билета современным студентам непонятна. В среднем, каждый второй студент теряет свой пропуск хотя бы раз за 4 года обучения. При переходе на электронные носители существенно снижаются затраты на изготовление пропусков и их восстановление. Этим определяется *актуальность* предложенной нами модернизации пропусков.



Цель нашей работы: модернизация пропусков в зданиях СПбГУ с помощью технологии QR или штрих-кодов.

Идея будет воплощена с помощью приложения.
После зачисления студенту выдадут логин и пароль для

входа в личный кабинет. В личном кабинете будет карточка со студенческим, которую студент сможет добавить в онлайн кошелёк.

У студента будет своя цифровая карточка, на которой будет его фотография, ФИО, QR/штрих-код. По этому коду он будет проходить через турникет. Карточка будет находиться в цифровом кошельке смартфона.

Реализация

Для создания приложения на Android будет использоваться язык программирования C++, для приложения на IOS мы будем работать с языком Objective-C, так как на нем мобильные приложения на технике Apple работают стабильнее.

Перспективы:

- Тестирование пробной версии продукта на базе Академической гимназии СПбГУ;
- Внедрение продукта во всех зданиях СПбГУ.

Список использованных источников:

[1] Contactless validation with NFC Wallet passes. URL: <https://www.passcreator.com/en/features/nfc-wallet-passes.html>

Разработка мобильного приложения для анализа звуковых фрагментов

Задорский М.С., Левченко Н.А.
Академическая гимназия им. Д. К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Тайницкий В.А., ассистент кафедры
математической теории игр и статистических решений СПбГУ

Наша команда разработала приложение, которое определяет виды

птиц по их пению.

Техническая часть приложения

1. Для разработки мобильного приложения для Android был выбран язык программирования Kotlin как стандартный для этой системы и вместе с тем имеющий широкую базу как в плане встроенных библиотек и документации, так и в отношении поддержки сообществом. Являясь формальным правопреемником Java в системе Android, он также унаследовал от нее многие методы, парадигмы и библиотеки.

Для десериализации JSON, генерируемых сервером, используется также стандартная библиотека `kotlinx.serialization`, позволяющая без проблем производить этот процесс; изображения птиц конвертируются по методу `base64`. Аудио сжимается стандартными средствами Android (`AudioRecord`, либо `MediaRecorder` при несовместимости) – используется кодек `Opus` или `AAC` в зависимости от возможностей устройства

2. Анализатор звуковых фрагментов построен на Python с применением фреймворка `TensorFlow` – используется технология сверточных нейронных сетей (CNN), показавшая уверенное распознавание графических образов. Но звуковые фрагменты мало похожи на изображения. Для того чтобы передать нейронной сети звуковые фрагменты в формате «изображения», используются мел-спектрограммы, разбивающие звуковую дорожку на различные частоты. Мел-спектрограммы отличаются от остальных спектрограмм тем, что их шкала, во-первых, логарифмическая, а во-вторых, имеет точно подобранные коэффициенты, с которыми одинаковые нотные интервалы имеют одинаковые расстояния на спектрограмме. Это

позволяет нейронной сети «слышать» или «видеть» звуки наиболее похожим на человеческий способом, что сохраняет в ней те же закономерности, которые услышал бы человек. Для распознавания птичьих голосов не обязательно иметь модель, имитирующую человеческий слух; однако гармония в голосах птиц во многом похожа на создаваемую и слышимую человеком, поэтому для этой цели логично использовать эту модель. После успешного или неуспешного распознавания данные о нем отправляются на устройство, где отображаются в "человечески" читаемом виде.

В связи с некоторыми ограничениями, хранение и обработка данных практически полностью происходят на компьютере, предоставленном Академической гимназией СПбГУ; сервис же Neroki используется исключительно для трансляции аудиоданных от пользователя через него до рабочего сервера; для этой цели может подойти любой VDS.

Визуальная составляющая

Мы решили использовать нейросетевые инструменты, чтобы сгенерировать логотип, чтобы потом его перерисовать и добавить свои детали и/или внести несколько изменений. После нескольких неудачных попыток было принято свести логотип к виду простой векторной графики. Простая графика выглядит хорошо, как в малом, так и в среднем размере, при этом зачастую простые логотипы становятся узнаваемыми.

Определившись с основным цветом и сделав первый макет главного меню, мы начали работу над другими разделами. Использовались иконки из Google Fonts либо за основу брались

«Университетская гимназия»

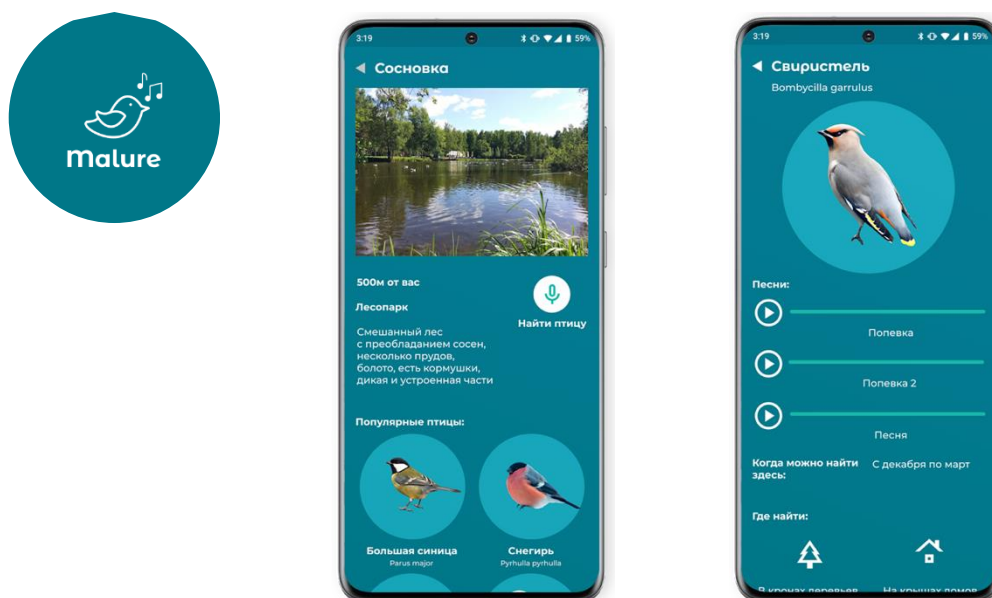
готовые иконки в формате .png, которые были перерисованы в векторную графику с небольшими изменениями.

В справочник мы решили добавить самую основную и полезную информацию, а также примеры пения птицы.

Таким образом, мы создали основную часть приложения, которое получило название Malure.

Принцип работы приложения:

Пользователь слышит пение птицы, нажимает "найти птицу" и получает результат анализа.



Далее мы планируем создать продукт, пользующийся спросом среди орнитологов и людей, которым нравится наблюдать за птицами.

Перспективы

- Доработать справочник и гид;
- Добавить распознавание птиц по фото;
- Добавить встроенную карту местности;
- Выпустить приложение в Google Store;
- Добавить поддержку IOS;

- Выпустить приложение в App Store.

Список использованных источников:

- [1] Рябицев В.К. Птицы Европейской части России. В 2-х томах. – Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2020.
- [2] Руководство по TensorFlow. – Режим доступа: URL: <https://www.tensorflow.org/guide>
- [3] Heroku. – Режим доступа: URL: <https://www.heroku.com>
- [4] Illustrator tutorials. – Режим доступа: URL: <https://helpx.adobe.com/ru/illustrator/tutorials.html>
- [5] A comprehensive guide to convolutional neural networks – the ELI5 way. – Режим доступа: URL: <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>
- [6] Intel image classification (CNN – Keras). – Режим доступа: URL: <https://www.kaggle.com/vincee/intel-image-classification-cnn-keras>

**Оптимизация инфраструктурных объектов на примере
железнодорожных вокзалов РЖД**

Лаврентьев Р. С.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Криволапова А.А., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Мобильность людей с каждым годом увеличивается. Государство строит новые транспортные хабы, чтобы отвечать растущим запросам потребителя. Но, зачастую, они являются не функциональными и не рациональными по своей планировке.

Основные проблемы на примере вокзала Восточный в Москве:

Сложные перемещения между уровнями:

- Вход на вокзал сделан выше уровня выхода на платформу, но, главное, не совпадает по высоте ни с одной из точек притяжения для пассажира — для любого сценария потребуется переход на другой этаж, который не всегда очевиден.
- Переход с одного этажа на другой максимально затруднен и запутан: нет прямого лифта с уровня входа до уровня перехода к платформам, эскалаторы и лестницы развернуты против потоков или размещены неудачно.

Затруднены основные пути движения:

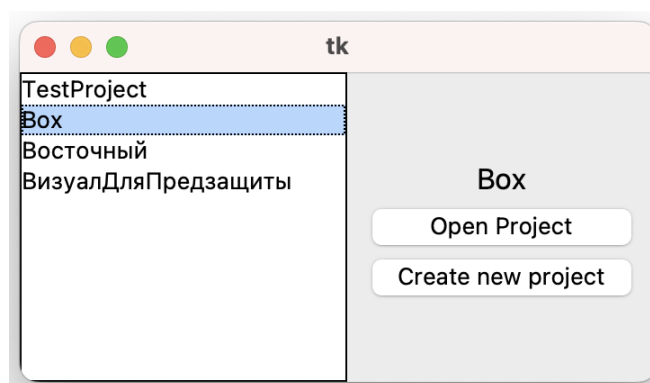
- Пространство между платформой и зданием вокзала разделено узким газоном и забором, хотя всегда используется как зона ожидания или транзитная зона.
- Эвакуационный выход закрыт отдельно стоящими кассами, а прямой выход на платформу закрыт турникетами.
- Выходов с торца платформ нет, нет спусков с автомобильного моста к платформам, нет прямого выхода с платформы в город, закрыт второй вход в вокзал прямо к турникетам.

Моя цель – разработка ПО для моделирования и тестирования инфраструктурных объектов, которое поможет создать удобный железнодорожный вокзал для всех его пользователей, а также избежать лишних трат на строительство и учесть потенциальные недостатки еще на стадии проектирования.

Я разработал программное обеспечение с помощью языка программирования Python для тестирования планировки

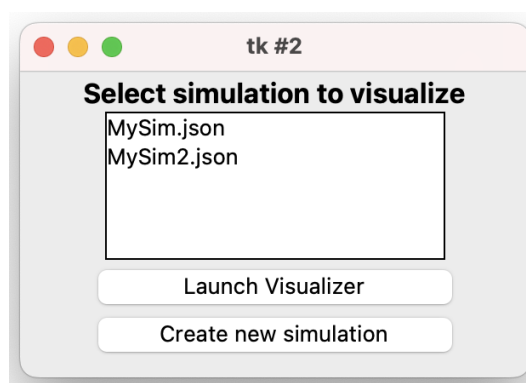
инфраструктурных объектов, отвечающих требованиям безопасности, комфорта, экологичности и с возможностью из единого центра управления получать всю необходимую информацию и оперативно вносить нужные изменения.

Интерфейс программы



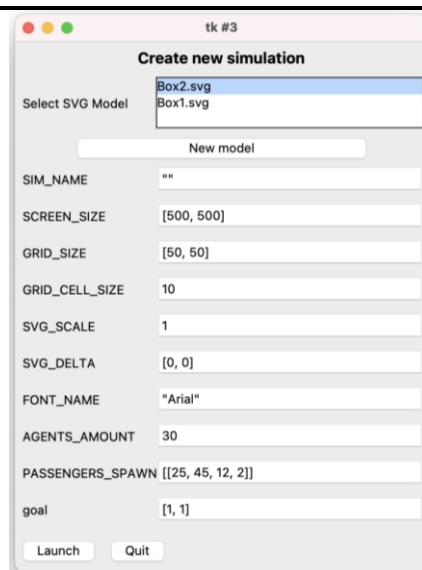
Главный экран

При запуске программы мы видим окно выбора проекта и две кнопки: «Open Project»-открыть проект и «Create new project»-создать новый проект.



Окно выбора симуляции

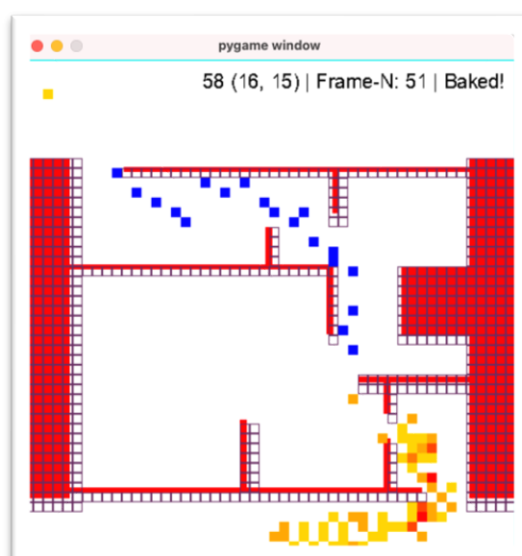
После создания/открытия проекта мы должны создать/выбрать готовую симуляцию.



Окно создания симуляции

В окне необходимо выбрать изображение тестируемой планировки (png/svg); указать название симуляции, размер изображения, размер сетки, масштаб; точки начала и конца движения агентов.

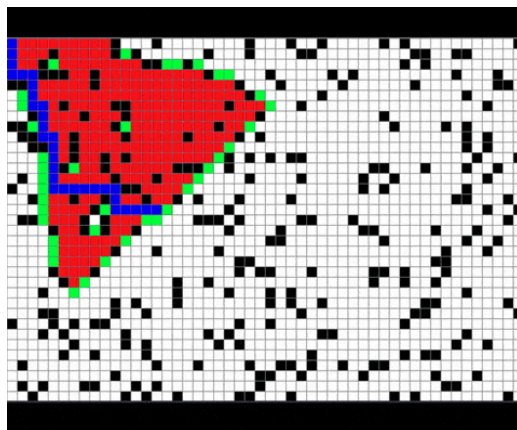
После запустить симуляцию с указанными параметрами кнопкой «Launch»



Окно симуляции планировки

При первом создании симуляции планировки спустя ~5 минут программа закончит просчет траекторий для каждого агента и сохранит их в проекте. Уже после можно запускать симуляцию без ожидания просчета.

Алгоритмизация

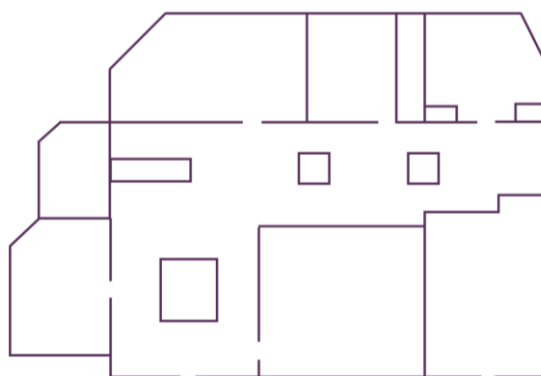


Построение траекторий, алгоритм A (A-star)*

A-star — в информатике и математике, алгоритм поиска по первому наилучшему совпадению на графе, который находит маршрут с наименьшей стоимостью от одной вершины к другой. Этот алгоритм был впервые описан в 1968 году Питером Хартом, Нильсом Нильсоном и Бертрамом Рафаэлем.

Демонстрация работы программы

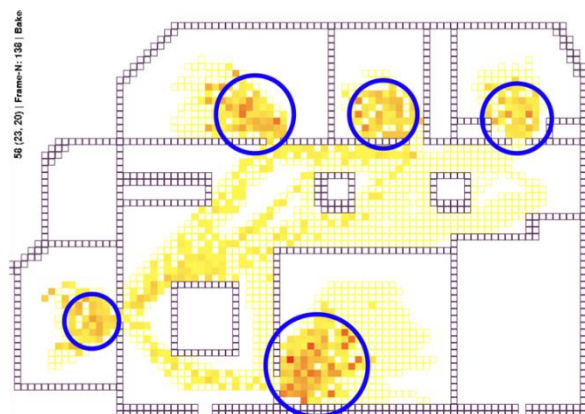
Исходный чертеж вокзала:



Исходный чертеж (svg)

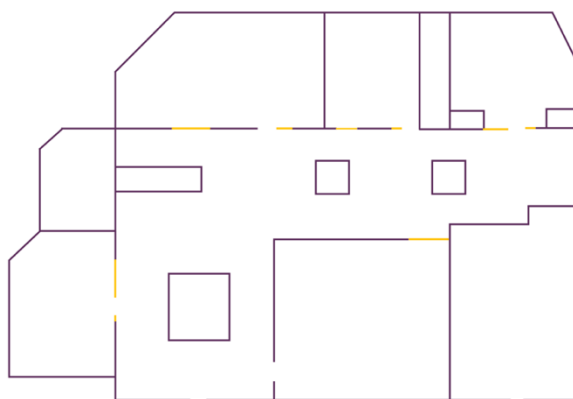
«Университетская гимназия»

Создадим новый проект с данным чертежом, укажем все параметры и запустим симуляцию.

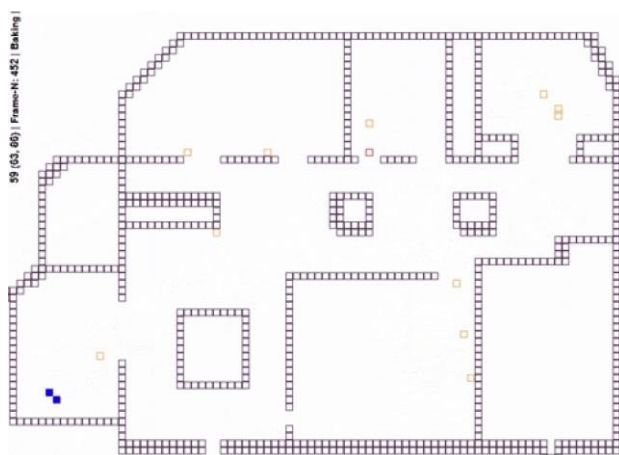


Отмечены очаги скопления

Проведя анализ - меняем планировку и запускаем симуляцию ещё раз.



Вручную оптимизированная планировка



Симуляция оптимизированной планировки

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКИ.**

Очевидно, что очереди практически перестали появляться, пассажиропотоки перемещаются равномерно, не застревая в каких-либо местах.

Результат проделанной работы: завершен основной этап, оптимизация и просчет траектории для каждого агента.

Проект на GitHub - <https://github.com/Roman-tex/rzd-case>

Перспективы развития:

- Использование низкоуровневых языков программирования (ускорит время работы программы)
- Многоуровневая симуляция (эскалаторы, лестницы лифты)
- Добавление объектов, меняющих поведение агентов (магазины, торговые точки)
- Продажа лицензии на ПО

Аналоги на рынке

The Anylogic Company (Anylogic) - занимаются имитационным моделированием для бизнеса, связанным с авиа- и жд-перевозками, горнодобывающей промышленностью. Компания имеет обширные наработки в сфере оптимизации работы аэропортов, проектирования сортировочных станций, планирования железнодорожной сети, оптимизации использования жд-транспорта и ресурсов.

Список использованных источников:

[1] Восточный вокзал: проблемы и решения. (актуальность на примере Восточного вокзала). URL: <https://alexradchenko.medium.com/восточный-вокзал-проблемы-и-решения-b0e4e6874dd3>

[2] Hart P. E., Nilsson, N. J., Raphael, B. A Formal Basis for the

Heuristic Determination of Minimum Cost Paths // IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC4. — 1968. — № 2. — С. 100-107.

[3] Hart P. E., Nilsson, N. J., Raphael, B. Correction to «A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths» // SIGART Newsletter. — 1972. — Т. 37. — С. 28-29. (Алгоритм A-star)

[4] Оптимизация пропускной способности железнодорожных вокзалов к чемпионату мира по футболу-2018. (пример оптимизации от AnyLogic) URL: <https://www.anylogic.ru/resources/case-studies/capacity-optimization-for-world-cup-railway-stations/>

Мобильное приложение-авторегистратор

Федорин К.В.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Гамкрелидзе Т.А., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Важным элементом современной жизни является интернет вещей. Бесшовная связь между нашими устройствами, позволяющая удобно переключаться между задачами, сегодня очень ценится. Одним из таких предметов является авторегистратор. Сегодня очень удобно и выгодно использовать в качестве такового свой современный или старый смартфон. Для этого я разработал инновационное мобильное приложение, которое без вмешательства пользователя включает запись с камеры телефона и выбранное пользователем приложение.

Техническое задание

- Приложение должно записывать видео, не заслоняя главный экран телефона.

*Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ ИНФОРМАТИКИ.*

- Записывать видео в спящем режиме и при фоновой работе.
- Сохранять видео в папку телефона.
- Пользователь должен иметь возможность выбирать качество съёмки, допустимый размер папки с видео, длительность видео.
- При переполнении папки удаляется самое раннее видео. Пользователь должен иметь возможность отмечать файлы, которые не будут удаляться.
- Пользователь должен иметь возможность просмотра видеофайлов и их удалять/отмечать как не удаляемые внутри приложения.
- Приложение должно включаться при подключении к выбранному пользователем bluetooth устройству и начинать запись. Bluetooth устройством в данном случае предполагается магнитофон автомобиля.
- Пользователь может выбрать другие приложения, автоматически запускаемые вместе с нашим.

Реализация

Выбор языка и среды программирования: моим выбором стала Java. Средой программирования стала укоренившаяся Android Studio.

Функционал каждого класса.

Activities: DeviceListActivity, LaunchActivity, SettingsActivity, WelcomeActivity, ViewRecordingsActivity, AppCompatActivity, MainActivity

Хранение данных: models/Recording, DBHelper, IDBHelper, DBRecordingsContract

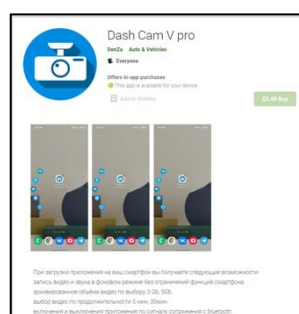
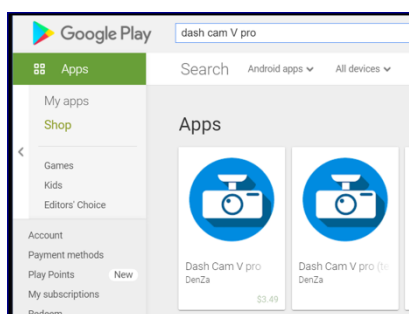
Объекты основного функционала: BTReceiver, BackgroundVideoRecorder

Внешний вид приложения: presenters/IViewRecordings, presenters/ViewRecordings, models/Widget, WidgetService

Результат

Приложение в рабочем состоянии и уже выложено в Play Market.

Ссылка на код - <https://github.com/Kiraprint/DashCamVpro>



Список использованных источников:

[1] The latest in Android form factors. – Режим доступа: URL:
<https://developer.android.com>

СЕКЦИЯ МАТЕМАТИКИ

Алгоритм построения ромба и прямоугольной трапеции с помощью перпендикулярных прямых

Большакова А.С., Кулмурзаева Э.Б., Романов С.Д.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Кушнер И.А., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Часто задачи на построение у обучающихся вызывают трудности. Создание обобщенного алгоритма решения задач на построение ромба и прямоугольной трапеции стало главной целью данной проектной работы.

В начале проекта была выдвинута гипотеза, что при построении четырехугольников – ромба и прямоугольной трапеции – можно выделить общие шаги для создания алгоритма.

Для проверки гипотезы в работе подробно рассмотрены следующие задачи:

- построение прямоугольной трапеции по двум основаниям,
- построение ромба по двум диагоналям,
- построение ромба по стороне и углу.

После анализа приведенных решений составлен общий алгоритм:

1. Отложить данный отрезок на прямой.
2. Построить параллельные стороны через построение перпендикуляров.
3. Отложить данный отрезок и соединить вершины.

Таким образом, в ходе проектной работы была подтверждена выдвинутая гипотеза, а также создан обобщенный алгоритм для построения четырехугольников.

Список использованных источников:

- [1] Александров И. И. Сборник геометрических задач на построение. М.: Учпедгиз, 1950. – 176 с.
- [2] Атанасян Л. С., Бутузов В.Ф., Кадомцев С.Б. и др. Геометрия. 7-9 класс. Учебник. – М.: Просвещение, 2010. – 384с.
- [3] Воронец А. М. Геометрия циркуля. М.–Л.: ОНТИ, 1934. – 40 с.

Теоретико-игровая модель вакцинации в коллективе

Викторова В.С.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Нечипорук А.А., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Цель: составление игровой модели вакцинации в коллективе и нахождение в ней ситуации абсолютного равновесия по Нэшу.

Задачи: изучить материал теории игр и метод динамического программирования.

Актуальность: в 2021 году, спустя год после начала пандемии коронавируса, появились первые вакцины, к которым многие отнеслись с опаской. Летом 2021 года стала вводиться обязательная вакцинация работников определенных сфер деятельности. Предложенное исследование содержит математическую модель и описывает действия сотрудников компании, которую обязали вакцинировать часть людей.

В работе описан подход к решению подобной задачи: объяснено, как в нем использовать метод динамического программирования; показано, как находить равновесие по Нэшу; рассмотрены действия игроков на конкретном примере и описан итог такой игры.

Вывод: изучены условия, при выполнении которых привьется большинство участников игры с заданными параметрами. В дальнейшем модель может быть рассмотрена с точки зрения работодателя: как оптимальнее воздействовать на сотрудников, чтобы они быстрее привились.

Список использованных источников:

[1] Информационный канал [Интернет-ресурс]: публикации без изменений из официальных государственных источников. – Режим доступа:

<https://www.rbc.ru/society/16/06/2021/60c9bed29a794766c5da83ac> (дата обращения: 16.06.2021)

[2] Некоммерческий электронный проект [Интернет-ресурс]: публикации данных о глобальных проблемах человечества. – Режим доступа: <https://ourworldindata.org/coronavirus> (дата обращения: 8.12.2021)

[3] Петросян, Л. А. Теория игр: учебник [Текст] / Л. А. Петросян, Н. А. Зенкевич, Е. В. Шевкопляс. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012 — 432 с.: ил. — (Учебная литература для вузов)

Решение текстовых задач расширенными методами

Гапаненок В.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Головачев Г.М., канд. физ.-мат. наук,
преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

При решении текстовых задач на движение на уроках алгебры применяются известные традиционные методы составления уравнений.

Так как ученики умеют решать только линейные, квадратные и дробно-линейные уравнения, то в задачах описывается только движение с постоянными скоростями, а если скорости изменяются, то только скачками. Желание расширить применяемый математический аппарат приводит к задачам с более широкими условиями.

В работе показаны пять задач, каждая из которых приводит к вычислению одного или нескольких определенных интегралов. Обобщается известная задача о мухе и двух пешеходах: навстречу друг другу с заданными скоростями идут два пешехода, между ними летает муха, от одного к другому. Спрашивается, какое расстояние пролетит муха до момента встречи пешеходов. В работе рассматривается движение навстречу двух поездов. Между поездами летает дрон, также от одного к другому. Написаны уравнения движения и получены их решения в случаях, когда дрон движется равноускоренно и равнозамедленно, меняет скорость посередине между поездами, или после половины времени полета. Также рассматриваются различные режимы разворота – дрон может остановиться на одном из поездов, уравнив скорости, или развернуться без посадки. Для каждого случая движения получено уравнение в виде интеграла и показано аналитическое решение.

Работа может быть интересна как демонстрация расширения круга применяемых моделей и, вследствие этого, как привлечение необходимого математического аппарата.

Список использованных источников:

[1] Мордкович А.Г., Николаев Н.П. Алгебра. В 2 ч. Ч.1 Учебник для 8 кл. // М.: Мнемозина, 2020.

[2] Игнатъев Е.И. В царстве смекалки. М.: Наука, 1979.

[3] Фихтенгольц Г.М. Основы дифференциального и интегрального исчисления. // В 3 т. Т.2. СПб.: Лань, 2008.

Экстремальные задачи на двумерных множествах

Герасимов Р.Н., Куцепалов Е.Р.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научные руководители: Головачев Г.М., канд. физ.-мат. наук,
преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ,
Воеводский К.Э, канд. тех. наук, преподаватель Академической
гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Задача. Вещественные числа x , y и a таковы, что

$$\begin{cases} x + y = a - 1 \\ x^2 + y^2 = 5a^2 - 3a + 0,5 \end{cases}$$

Найдите наибольшее значение произведения xy при всевозможных a .

В работе получено решение задачи. Показано, что для ее решения требуется не только применить теорему Виета и построить квадратичную функцию для произведения xy в зависимости от a , но и провести анализ, когда существуют искомые значения x и y .

Дальнейшее исследование задачи связано с изучением фигур на плоскости $ХОУ$. Система уравнений задает прямую и окружность. Изучено взаимное расположение этой прямой и окружности в зависимости от параметра. Показано, что условие их пересечения равносильно неотрицательности дискриминанта уравнения. Найдено расстояние от прямой до окружности в зависимости от параметра a . Показан трехмерный график функции $z=xy$ и показано, как общие точки прямой и окружности в плоскости $ХОУ$ задают точки на трехмерном графике.

Показано решение двух аналогичных задач с параметром из экзаменационных вариантов.

Список использованных источников:

- [1] Мордкович А.Г., Николаев Н.П. Алгебра. В 2 ч. Ч.1 Учебник для 8 кл. // М.: Мнемозина, 2020
- [2] Башмаков М.И., Беккер Б.М., Гольховой В.М., Ионин Ю.И. Алгебра и начала анализа: задачи и решения. М.: Высшая школа, 2004
- [3] Сборник задач Московского Центра непрерывного математического образования – Режим доступа: URL: <https://www.problems.ru>

Математическая модель роста дерева

Кривский И.П.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Екимов А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры моделирования экономических систем

Составление модели

Известно, что независимо от того, насколько благоприятны условия и доступны ресурсы, рост дерева имеет строгий предел, выше которого это дерево не растет. Для составления модели необходимо выдвинуть 4 упрощающие гипотезы: с течением времени дерево сохраняет геометрическое подобие, свободная энергия поступает исключительно за счет фотосинтеза, энергия расходуется только на процесс фотосинтеза, на увеличение биомассы и на подъем раствора из почвы, растение имеет доступ к неограниченному запасу веществ в почве и получает постоянное количество света.

Основываясь на этих утверждениях и на законе сохранения энергии, через неотрицательную переменную x , равную высоте, можно выразить площадь кроны и объем дерева (пропорциональны x^2 и x^3 соответственно с некоторыми коэффициентами пропорциональности ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$)). Полученное уравнение имеет следующий вид (левая часть – поступающая энергия, правая – расходуемая):

$$\alpha x^2 = \beta x^2 + \gamma x^4 + \delta \rho 3x^2 \frac{dx}{dt}$$

При делении на $\delta \rho 3x^2$ и замене $a = \frac{\alpha - \beta}{3\delta \rho}$, $b = \frac{\gamma}{3\delta \rho}$ уравнение имеет вид:

$$\frac{dx}{dt} = a - bx^2$$

Решение уравнения

Для удобства в решении уравнение было приведено к виду:

$$\frac{dx}{b\left(\frac{a}{b} - x^2\right)} = dt$$

После интегрирования оно имеет вид:

$$\frac{1}{b} \int \frac{dx}{\left(\frac{a}{b} - x^2\right)} = t + C_1$$

Решение $\int \frac{dx}{\left(\frac{a}{b} - x^2\right)}$ было выполнено разными способами, в том числе методом неопределенных коэффициентов. Результат решения уравнения (x – высота дерева в зависимости от момента времени):

$$\frac{1}{2\sqrt{ab}} \ln \frac{\sqrt{\frac{a}{b}} + x}{\sqrt{\frac{a}{b}} - x} = t \Leftrightarrow x(t) = \sqrt{\frac{a}{b}} \frac{e^{2t\sqrt{ab}} - 1}{e^{2t\sqrt{ab}} + 1}$$

Анализ решения

Определение асимптотического поведения функции $x(t)$:

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \sqrt{\frac{a}{b}} \frac{e^{2t\sqrt{ab}} - 1}{e^{2t\sqrt{ab}} + 1} = \sqrt{\frac{a}{b}}$$

$x = \sqrt{\frac{a}{b}}$ – горизонтальная асимптота.

Определение промежутков монотонности:

$$\frac{d}{dt} \left(\sqrt{\frac{a}{b}} \frac{e^{2t\sqrt{ab}} - 1}{e^{2t\sqrt{ab}} + 1} \right) = \frac{4ae^{2t\sqrt{ab}}}{(e^{2t\sqrt{ab}} + 1)^2}$$

Производная положительна при любом t – функция $x(t)$ монотонно возрастает.

Определение выпуклости:

$$\frac{d^2}{dt^2} \left(\sqrt{\frac{a}{b}} \frac{e^{2t\sqrt{ab}} - 1}{e^{2t\sqrt{ab}} + 1} \right) = \frac{8a\sqrt{ab} e^{2t\sqrt{ab}} (1 - e^{2t\sqrt{ab}})}{(e^{2t\sqrt{ab}} + 1)^3}$$

Вторая производная неположительна при любом t – кривая роста $x(t)$ выпукла вверх.

На основании полученных данных было построено множество графиков функции $x(t)$, различающихся в зависимости от значений a и b .

Заключение

Имея в своем распоряжении известные значения параметров a и b , зависящих от вида/породы дерева, можно, зная возраст, определить примерный рост того или иного дерева или, наоборот, определить его возраст, основываясь на известной высоте. Более того, модель можно использовать, например, для сравнения значений параметров a и b для различных пород деревьев. Модель успешно проходила проверку в реальных условиях.

Список использованных источников:

- [1] Уёмов А. И. Логические основы метода моделирования. – М.: Мысль, 1971.
- [2] Модель. Режим доступа: URL:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Модель>

[3] Полетаев И. А. – О математических моделях элементарных процессов в биогеоценозах // Проблемы кибернетики, вып. 16. – М.: Наука, 1966.

[4] Смиряев А.В., Исачкин А.В., Харрасова Л.К. – Моделирование: от биологии до экономики. – 2002.

[5] Колобов А. Н., Фрисман Е. Я. – Моделирование процессов динамической самоорганизации в пространственно распределенных растительных сообществах – 2008.

[6] Ризниченко Г.Ю. – Математические модели в биофизике и экологии. – М., 2003.

[7] Козин Р.Г.– Математическое моделирование. – М., 2006.

[8] Калиткин Н.Н. и др. – Математические модели природы и общества. – М., 2005.

[9] Ашихмин В.Н. и др. – Введение в математическое моделирование. – М., 2007.

Задача о разделении отрезка на части

Лазарева С.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Головачев Г.М., канд. физ.-мат. наук,
преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Рассмотрена геометрическая задача о разделении отрезка на части и сделано ее обобщение.

Задача. Дан отрезок длиной 200 см. Он разделен на пять частей, каждая часть не менее 17 см длиной. Докажите, что найдется три части, из которых можно сложить треугольник. Для решения задачи

проведем доказательство от противного. Можно использовать две схемы, основанные на неравенствах треугольника: написать системы неравенств и сложить полученные неравенства или упорядочить отрезки и последовательно оценить их длины.

Оказывается, задача допускает обобщение. Пусть отрезков по-прежнему пять, и длина каждого не меньше 19. Требуется доказать, что найдутся такие четыре отрезка, из которых можно составить выпуклый четырехугольник. Применив обе схемы доказательства, как и в случае с треугольником, получим необходимые противоречия.

Применение двух схем доказательств позволяет обобщить задачу на произвольный n -угольник. Пусть отрезок длины 200 разделен на $n+1$ часть, каждая не меньше длины k . Определить, при каких k среди этих частей найдется n отрезков, из которых можно сложить выпуклый n -угольник.

В работе показано, что первая идея доказательства позволяет получить точную оценку для k снизу, а вторая идея приводит к оценке для k сверху. Получены и проанализированы обе оценки, тем самым задача полностью решена. Показано, что числа 17 и 19, поставленные в условиях предыдущих частных задач, удовлетворяют полученной целочисленной оценке, т.е. меньшее целое значение уже не позволит решить задачу, условие не всегда выполняется.

Решенная задача показывает идею обобщения олимпиадных задач и переход к исследованиям различных допустимых конфигураций.

Список использованных источников:

[1] С. А. Генкин, И. В. Итенберг, Д. В. Фомин. Ленинградские математические кружки. Киров, изд-во «АСА», 1994.

[2] Сборник задач Московского Центра непрерывного математического образования – Режим доступа: <https://www.problems.ru>

Некоторые вопросы об интегрировании числовых последовательностей

Праздников В.К.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Флоринский А.А., канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры математического анализа СПбГУ

Основные определения, связанные с интегрируемостью функций по Риману, могут быть даны в ситуациях, совершенно отличных от тех, в которых они даются обычно в курсах анализа [1]. Например, они могут быть переформулированы для конечных или бесконечных числовых последовательностей (то есть функций, заданных на множестве натуральных чисел). С целью пояснения, обозначим через $B(X)$ совокупность всех ограниченных функций, заданных на произвольном непустом множестве X , а через λ – неотрицательную аддитивную функцию, заданную на некоторой совокупности $W(X)$ подмножеств X , содержащей пустое множество и само X . Пару (X, λ) будем называть аддитивным пространством (АП). В описанной ситуации уже можно для каждой функции $f \in B(X)$ и каждого конечного разбиения τ множества X на элементы $W(X)$ стандартным образом определить отвечающие им верхние и нижние суммы Дарбу $S(f, \tau) = \sum_{E \in \tau} \sup f|_E \lambda(E)$ и $s(f, \tau) = \sum_{E \in \tau} \inf f|_E \lambda(E)$, а также верхний и нижний интегралы Римана $I^*(f) = \inf_{\tau} S(f, \tau)$ и $I_*(f) = \sup_{\tau} s(f, \tau)$. Если для любой $f \in B(X)$ выполнено неравенство $I^*(f) \geq I_*(f)$, то можно говорить о том, что на пространстве (X, λ)

определены интегрируемость по Риману и интеграл Римана, понимаемые через равенства верхнего и нижнего интегралов обычным образом. Такое пространство (X, λ) будем далее называть римановским или РАП. В докладе приводится простой пример, показывающий, что не всякое конечное АП является римановским и рассматривается вопрос о том, является ли РАП пространство (N, p) , где N – множество натуральных чисел, а p – так называемая асимптотическая плотность его подмножеств. Этот объект представляет значительный интерес; он возникает при решении многих вопросов теории вероятностей, теории чисел и других областей математики (например, [2], [3], [4]). Результатом доклада является следующая теорема.

Теорема. Пространство (N, p) является РАП.

Приводимое доказательство элементарно и в корне отлично от доказательства аналогичного классического результата [1] для отрезка.

Список использованных источников:

[1] Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: В 3 т. М.: ФИЗМАТЛИТ 2000-2001.

[2] Б.М. Макаров, М.Г. Голузина, А.А. Лодкин, А.Н. Подкорытов. Избранные задачи по вещественному анализу – 2-е издание перераб. и доп. СПб; Невский Диалект; Петербург 2004 – 624с.

[3] Л. Кейперс, Г. Нидеррейтер. Равномерное распределение последовательностей – М.: Наука, 1985. – 408с.

[4] B. Green and T. Tao, The primes contain arbitrarily long arithmetic progressions, Ann. of Math. 167 (2008) No. 2, 481-547.

**Геометрия Лобачевского. Окружность 9 точек в модели
Пуанкаре**

Старцев Н.В.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Фролова М. В., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Известна теорема геометрии Евклида о существовании окружности девяти точек. Окружность девяти точек – это окружность, проходящая через основания высот данного треугольника, основания медиан и середины отрезков высот, соединяющих вершины с ортоцентром.

Существует ли окружность девяти точек в геометрии Лобачевского? В нашей работе была изучена аксиома геометрии Лобачевского, модель Пуанкаре, свойства инверсии.

На первом этапе в модели Пуанкаре проведены построения треугольников. Проведена классификация их по наличию бесконечно удаленных вершин. Были выявлены треугольники, имеющие три собственные вершины, одну бесконечно удаленную вершину, две бесконечно удаленные вершины и три бесконечно удаленные вершины. В треугольнике с тремя собственными вершинами, образованном двумя полуокружностями и лучом, построили окружность.

Далее построены высоты в треугольнике. Для этого использованы свойства инверсии и аксиомы геометрии Лобачевского. Доказано существование всех трех высот в треугольнике, показан способ их построения.

Доказано существование всех трех медиан в треугольнике и

найден алгоритм их построения. Полученные алгоритмы позволили найти середины отрезков высот, проведенных от вершины до точки пересечения высот.

После нахождения всех девяти точек построена окружность, содержащая все эти девять точек.

Список использованных источников:

- [1] Атанасян Л.С. Геометрия Лобачевского/ Л.С. Атанасян. – М.: просвещение, 2001. – 335с.
- [2] Ефимов Н.В. Высшая геометрия/ Н.В. Ефимов. – М.: Наука, 1978. - 576с.
- [3] Жижилкин И. Д. Инверсия. – М.: Изд-во МЦНМО, 2009. – 72 с.
- [4] Каган В.Ф. Основания геометрии/ В. Ф. Каган. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. – 492с.

Экстремальные геометрические задачи

Шавалиева А.Р.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Кукульская А.И., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

При решении олимпиадных задач приходится применять методы решения, не изучаемые в основной школьной программе. В нашей работе показаны методы решения экстремальных геометрических задач: принцип крайнего, исследование квадратичной функции, исследование функции площади с применением производной, применение оценок и поиск примера, на котором достигается оценка,

применение неравенств, в частности, неравенства Йенсена.

В работе приведены по две задачи, решенные каждым из методов. Задачи взяты из сборников олимпиад ВСОШ и РСОШ за последние 10 лет. Пять решений продублированы – приводятся новые, самостоятельно полученные, решения задач, основанные на перечисленных олимпиадных методах.

Список использованных источников:

[1] Малозёмов В.Н., Машарский С.М. Элементарные методы в экстремальных задачах. – СПб.: Издательство ВВМ, 2020. – 160 с.

[2] Понарин Я.П. Элементарная геометрия. – М.: Изд-во МЦНМО, 2004. – 312 с.: ил.

[3] Протасов В. Ю. Максимумы и минимумы в геометрии. – М.: Изд-во МЦНМО, 2005. – 56 с.

[4] Тихомиров В. М. Рассказы о максимумах и минимумах. – М.: Изд-во МЦНМО, 2006. – 200 с.

Задача Гермейера

Шишкина А.П.

Академическая гимназия им. Д.К. Фадеева СПбГУ

Научный Руководитель: Кукульская А.И., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фадеева СПбГУ

Существует широкий круг задач, которые одновременно относятся и к теории игр, и к экстремальным задачам на поиск наибольшего решения. Одной из них является задача Гермейера. Исследуется решение традиционной задачи линейного программирования. Если выполняется критерий Гермейера, то

полученный план решения задачи линейного программирования является оптимальным, и дальнейшей перебор планов решения становится ненужным. Схема Гермейера кратко записывается так:

$$F(x) := \min f_k(x_k) \rightarrow \max, k \in 1:n, \text{ где } \sum_{k=1}^n x_k = A, x_k \geq 0$$

В работе алгоритм решения задачи Гермейера, получение оптимального плана и его проверка применены к одной модельной задаче. Построена модель устной консультации с преподавателем. Если преподаватель проводит время с учеником, то у ученика увеличивается эффективность решения задач. Возникает проблема рационального распределения времени преподавателя для консультаций, чтобы наиболее эффективно подтягивать отстающих.

После применения алгоритма Гермейера удалось построить в общем виде таблицу продолжительности времени консультаций для каждого ученика. Суммарная продолжительность консультаций укладывается в отведенное время. Результаты в таблице зависят от коэффициента эффективности каждого ученика. Построенная модель является корректной и непротиворечивой – для полученного решения выполняется критерий Гермейера.

Список использованных источников:

[1] Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. М.: Наука, 1971. 384 с

[2] Малозёмов В.Н., Машарский С.М. Элементарные методы в экстремальных задачах. – СПб.: Издательство ВВМ, 2020. – 160 с.

[3] М.Я. Пратусевич, К.М. Столбов, А.Н. Головин. Алгебра и начала математического анализа, 10 класс. М., Изд-во «Просвещение», 2021

[4] М.Я. Пратусевич, К.М. Столбов, А.Н. Головин. Алгебра и начала математического анализа, 11 класс. М., Изд-во «Просвещение», 2021

[5] Тихомиров В.М. Рассказы о максимумах и минимумах М., МЦНМО, 2006.

СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сайт детской скорой медицинской помощи

Белов В.С., Борискина А.К., Коровина У.С., Слепенкова А.Б.,
Суеубаев Т.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Мултанен Т.Г., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Перед молодыми родителями часто возникают проблемы, связанные со здоровьем и развитием маленьких детей. Они не понимают, что делать в той или иной ситуации, не могут срочно попасть к врачу, поэтому сами занимаются их лечением, обращаясь за помощью к непроверенным источникам.

Мы предлагаем сайт, с помощью которого родители смогут быстро получить медицинскую помощь. Для этого нужно только ввести симптомы, которые они наблюдают у своего ребенка и получить рекомендацию по приему безрецептурных лекарств (для симптоматического лечения), совет посетить врача в случае необходимости.

На сайте родители смогут записаться к врачу, а также пользоваться электронной медицинской картой, которая формируется на основе истории обращений к сайту.

Для того чтобы сайт стал достоверным источником для оказания первой помощи, предполагается привлечь к проверке нашего алгоритма педиатра, а также добавить возможность видеоконсультации со специалистом.

Наш продукт не является онлайн поликлиникой, а создан для того, чтобы сделать получение качественных медицинских услуг быстрее и доступнее для детей и их родителей.

«Университетская гимназия»

Пример использования нашего сайта может выглядеть так: родитель заметил у ребенка сыпь, зашел на наш сайт, нашел в каталоге похожие примеры сыпи и добавил их как симптом в запрос, ответил на дополнительные вопросы, получил рекомендации. Родитель может дополнительно обратиться за консультацией к специалисту, на сайте есть функционал «позвонить врачу».

Возможно, среднестатистическому родителю будет непросто идентифицировать симптомы, поэтому с помощью специалиста мы хотим добавить примеры симптомов, например, виды кашля или сыпи.

The mockup shows a web interface for identifying symptoms. At the top, there is a search bar with the placeholder text "Поиск симптомов" and a blue button labeled "Найти". Below the search bar, the main content area is divided into two columns. The left column, titled "Симптомы:", contains three entries: "Болит голова", "Отсутствие вкуса", and "Температура". Each entry is followed by a paragraph of text that reads: "Давайте также посмотрим на цифры летальности от коронавируса в стационарах нашего города. Я проводил анализ летальности в стационарах Петербурга на выборке 1 млн 140 тыс. жителей города." At the bottom of this column is a blue button labeled "Готово". The right column contains three recommendation cards. The first card is titled "Советуем обратиться к" and lists "Имя доктора: Краниолог" with a blue icon of a first aid kit and the text "Сайт больницы - chastnaya_bolnica.ru". The second card is titled "Скорее всего у вас" and features a blue icon of a clipboard with a heart rate line. The third card is titled "Без рецепта вы можете принять" and shows a blue icon of a pill bottle. Below this title is the text "*перед употреблением прочитайте инструкцию".

Монетизация: подписочная модель.

Реализация:

- Создание макета сайта в Figma
- Реализация frontend с помощью html и sass

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

- Реализация функционала js и jquery
- Создание баз данных с помощью sql
- Настройка взаимодействия между базами данных с помощью PHP

Результаты работы:

В данный момент мы можем представить готовый сайт с приятным дизайном, который может выполнять свою главную функцию: ставить предположительный диагноз и рекомендовать безрецептурные лекарства для симптоматического лечения. В дальнейшем мы будем пополнять базу данных симптомов, болезней, лекарств.

Код на GitHub – <https://github.com/n0-n4-m3/medcine2.io>

Список использованных источников:

[1] Diagnos.ru // Ресурс, разработанный докторами и содержащий сведения о заболеваниях – Режим доступа: URL: <https://www.diagnos.ru/about>

[2] Яндекс Директ // Ресурс для разработки умной рекламы – Режим доступа: URL: <https://direct.yandex.ru/>

**Анализ взаимосвязи выбора образовательной программы и
уровня выраженности экстраверсии и нейротизма у учащихся
Академической гимназии СПбГУ**

Габдульбаянова Л.Р.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Кочин Д.Д., педагог-психолог
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Подростковый возраст характеризуется рядом социальных,

«Университетская гимназия»

психологических, педагогических особенностей. В частности, у молодых людей 16-18 лет увеличивается потребность к самопознанию (интроспекции), к самоидентификации. В этом же возрасте у учащихся происходит процесс становления ценностно-смысловой сферы.

Важным аспектом познания себя является определение критериев категоризации, показателей измерения черт личности. Это позволяет оказать помощь учащимся в профориентации (в том числе обучающимся Академической гимназии СПбГУ), так как при понимании склонностей к темпераменту, экстраверсии/интроверсии и нейротизму легче выбрать образовательную программу и, как следствие, сделать выбор будущей профессии, что определило цели и задачи исследования.

Цель: Исследовать взаимосвязь экстраверсии и нейротизма и выбора образовательной программы у учащихся Академической гимназии СПбГУ

Основой теоретической части исследования стала теория Айзенка.

С целью проведения анализа взаимосвязи выбора образовательной программы и уровня выраженности экстраверсии и нейротизма у учащихся Академической гимназии СПбГУ проведено анкетирование, дифференцированное на основании профиля обучения. Получены следующие результаты:

Биологический профиль

Количество участников – 18 человек

4 - высокая экстраверсия и высокий нейротизм (холерики)

4 - высокая экстраверсия и низкий нейротизм (сангвиники)

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

1 - низкая экстраверсия и низкий нейротизм (флегматики)

9 - низкая экстраверсия и высокий нейротизм (меланхолики)

Химический профиль

Количество участников – 6 человек

3 - высокая экстраверсия и высокий нейротизм (холерики)

Отсутствуют люди, имеющие высокую экстраверсию и низкий нейротизм (сангвиники)

Отсутствуют люди, имеющие низкую экстраверсию и низкий нейротизм (флегматики)

3 - низкая экстраверсия и высокий нейротизм (меланхолики)

Информатико-математический профиль

Количество участников – 7 человек

2 - высокая экстраверсия и высокий нейротизм (холерики)

2 - высокая экстраверсия и низкий нейротизм (сангвиники)

2 - низкая экстраверсия и низкий нейротизм (флегматики)

1 - низкая экстраверсия и высокий нейротизм (меланхолики)

Физико-математический профиль

Количество участников – 23 человека

9 - высокая экстраверсия и высокий нейротизм (холерики)

5 - высокая экстраверсия и низкий нейротизм (сангвиники)

1 - низкая экстраверсия и низкий нейротизм (флегматики)

8 - низкая экстраверсия и высокий нейротизм (меланхолики)

Конвергентный профиль

Количество участников – 9 человек

6 - высокая экстраверсия и высокий нейротизм (холерики)

1 - высокая экстраверсия и низкий нейротизм (сангвиники)

Отсутствуют люди, имеющие низкую экстраверсию и низкий нейротизм (флегматики)

2 - низкая экстраверсия и высокий нейротизм (меланхолики)

Географический профиль

Количество участников – 7 человек

3 - высокая экстраверсия и высокий нейротизм (холерики)

Отсутствуют люди, имеющие высокую экстраверсию и низкий нейротизм (сангвиники)

Отсутствуют люди, имеющие низкую экстраверсию и низкий нейротизм (флегматики)

4 - низкая экстраверсия и высокий нейротизм (меланхолики)

Общее количество участников, прошедших анкетирование – 69 человек. Из них:

27 - высокая экстраверсия и высокий нейротизм (холерики)

11 - высокая экстраверсия и низкий нейротизм (сангвиники)

4 – низкая экстраверсия и низкий нейротизм (флегматики)

9 - низкая экстраверсия и высокий нейротизм (меланхолики)

Таким образом, можно заметить, что подавляющее большинство обучающихся имеют высокий уровень нейротизма, с учетом данного результата можно построить множество дальнейших гипотез.

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Полученных данных недостаточно, чтобы в полной мере провести анализ взаимосвязи темперамента и выбора образовательной программы, так что для более полного понимания проблемы необходимо провести дальнейшие исследования.

Список использованных источников:

[1] Общая психология: темперамент и личность: учебно-методическое пособие / РИЦ ПСПбГМУ, 2019.

**Авторское кино как технология формирования
медиаграмотности**

Галаев П.С.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Жилина А.С., и.о. заместителя
начальника управления по работе с гимназистами Управления по
работе с молодежью СПбГУ

В современном мире количество информации вокруг нас увеличивается ежесекундно, практически достигая экспоненциального роста, и особую роль в этом играют медиа - средства массовой коммуникации: пишутся статьи, снимаются видеоролики, выходят новости, кино и т.д и т.п. В связи с этим увеличивается количество непроверенных источников - тех, которые не могут дать точную гарантию, что они однозначно верно предоставляют информацию. Помимо этого, идет и технический прогресс: появляются новые социальные сети, мессенджеры, новая аппаратура, работа с которой требует навыка. Также стоит отметить особое влияние со стороны рекламных кампаний, которые делают всё

возможное, чтобы продать свой товар, и нередко при этом сообщают недостоверную информацию.

Таким образом, живя в веке информационных технологий, человек должен уметь получать, фильтровать и использовать информацию, которая поступает извне. Такой человек является медиаграмотным.

Медиаграмотность является одной из основных компетенций современного человека. В связи со всем вышеперечисленным растет спрос на новые технологии, происходит популяризация данной темы государством (гранты, проекты, поддержка некоммерческих организаций). В числе прочего, есть спрос на поиск новых форм и технологий, которые формируют медиаграмотность.

Одной из таких технологий может стать авторское кино.

Единого термина для определения медиаграмотности нет. Дадим рабочее определение: медиаграмотность — это умение получать, анализировать, оценивать и создавать сообщения или информацию, а далее - действовать с их учётом. Таким образом, возможно составить идеальный портрет медиаграмотного человека. Он должен понимать, каким образом медиа воздействует на отдельные личности и группы людей в целом, как происходит процесс массовой коммуникации; он должен обладать способностями к анализу и обсуждению медиатекстов, обладать умениями и навыками самостоятельного создания медиатекстов. Таким образом, ключевыми аспектами медийной грамотности являются способность критически воспринимать медиа, а также стремление выражать себя через медиа.

Авторское кино в рамках данного исследования — это некоммерческие фильмы, снятые небольшими киностудиями, как

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

правило, с целью демонстрации конкретного видения одного конкретного человека (автора, режиссера). Этот жанр кинематографа рассматривается как средство выражения себя, высказывания своих мыслей.

Наша работа содержит не только теоретическую основу, но и практическую реализацию: после изучения необходимой теории нами произведена съемка авторского кино. В процессе работы был проведен анализ по сопоставлению компонентов медиаграмотности и действий, направленных на её формирование, что в полной мере подтвердило гипотезу о том, что авторское кино является эффективной технологией формирования медиаграмотности.

В завершение важно отметить, что, проходя все этапы создания своего собственного медиаконтента, человек приобретает незаменимый жизненный опыт и важные личностные качества.

Список использованных источников:

[1] Антипина Н.Л., Герасимова Г.И., Мурзина Е.В. Исследование медийно-информационной грамотности российских подростков. Социология образования: прикладные исследования, Санкт-Петербург, 2020.

[2] Никишина С.А. Киберкомпетенции как основа информационно-медийной грамотности старших школьников. ФГБОУ «МПГУ», Москва, 2015.

[3] Федоров А.В. Медиаобразование: история и теория. Учебное пособие для вузов, Москва, 2015.

**Анализ эффекта Федеральной целевой программы
«Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2017 г. и на
период до 2020 г.» на численность населения в селах с помощью
метода разницы в разницах**

Заграничнов Г.А., Матвеев С.Д.
Академическая гимназия им. Д. К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Мултанен Т.Г., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

В рамках национальной олимпиады по анализу данных «DANO» от НИУ ВШЭ мы проанализировали результаты первого этапа Федеральной целевой программы «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014-2017 года и на период до 2020 года» (далее Программа).

Основными задачами Программы являлись:

- удовлетворение потребностей сельского населения, в том числе молодых семей и молодых специалистов, в благоустроенном жилье;
- повышение уровня комплексного обустройства населенных пунктов, расположенных в сельской местности, объектами социальной и инженерной инфраструктуры;
- грантовая поддержка местных инициатив граждан, проживающих в сельской местности;
- поощрение и популяризация достижений в сфере развития сельских территорий

В ходе исследования мы проверяли следующую гипотезу:

Косвенным эффектом Программы стал прирост населения в исследуемых поселениях. Поселения, участвовавшие в Программе, по показателю численности населения развивались интенсивнее остальных.

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Актуальность исследования:

1. В селах проживает около 25% населения России, поэтому их развитие необходимо для нашей страны;
2. Государственные программы финансируются благодаря налогам, которые платим мы, поэтому важно понимать, насколько хорошо выполняются эти программы.

Данные для исследования:

Мы проанализировали «Базу данных муниципальных образований» от ИНИД (Инфраструктура научно-исследовательских данных), которая включает в себя предварительно обработанные данные муниципальной статистики Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстата) за 2012-2018 годы. Данные собирались с помощью парсинга html - документов.

Метод разницы в различиях (DiD - difference in differences) – это статистический метод, который пытается имитировать план экспериментального исследования с использованием данных наблюдательного исследования путем изучения дифференциального эффекта федеральной целевой программы на «группу лечения» по сравнению с «контрольной группой» в естественном эксперименте. Он вычисляет влияние программы на результат путем сравнения изменения во времени в переменной результата для экспериментальной группы по сравнению с изменением во времени для контрольной группы.

В нашем случае участники программы – экспериментальная группа («группа лечения»), не участники – контрольная. Метод позволяет выявить, получили ли участники программы улучшение динамики численности населения относительно неучастников

программы. Вот как мы это рассчитывали:

Y_{c1} - медианное значение населения поселений неучастников, 2014;

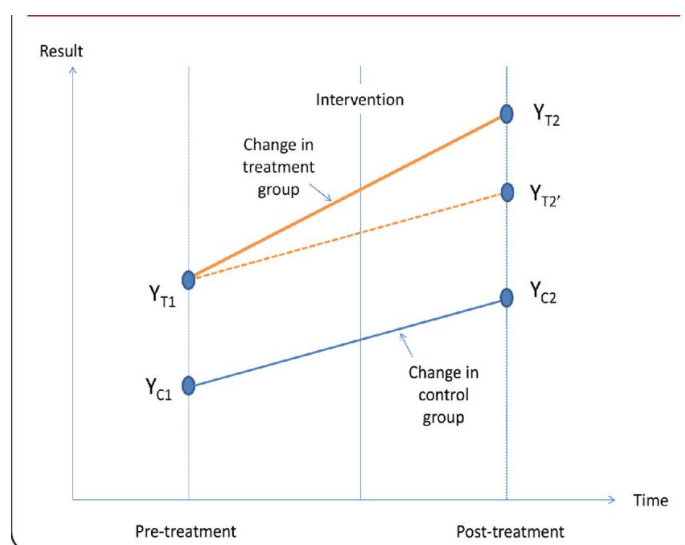
Y_{c2} - медианное значение населения поселений неучастников, 2018;

Y_{t1} - медианное значение населения поселений участников, 2014;

Y_{t2} - медианное значение населения поселений участников, 2018;

$$Y_{t1}' = Y_{t1}$$

$$Y_{t2}' = Y_{t1} + (Y_{c2} - Y_{c1})$$



Таким образом, если $Y_{t2} > Y_{t2}'$, то эффект программы был положительным.

Результаты работы:

Регион	Гипотеза подтвердилась
Алтайский край	Да
Архангельская область	Нет
Астраханская область	Нет
Волгоградская область	Да

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Вологодская область	Да
Забайкальский край	Да
Красноярский край	Нет

Перспективы исследования:

1. Сбор сведений о всех поселениях, участвовавших в ФЦП (список поселений-участников). Это позволит провести исследование по всей стране, а также избежать трудоемкого сбора данных вручную.
2. Поиск недостающих данных о каждом конкретном поселении. Это позволит делать более точные выводы о ситуации в сельских поселениях всего региона (в данной работе выводы сделаны на основании данных 5-40 поселений в каждом регионе).
3. Поиск недостающих данных по каждому году. Так мы сможем не брать медианное значение среди всех поселений, а использовать конкретные цифры.
4. Учет предшествующих тенденций. Было бы полезно учитывать в анализе тенденции в изменениях численности населения исследуемых поселений до начала действия программы.

Список использованных источников:

- [1] Материалы олимпиады DANO. – Режим доступа: URL: <https://dano.hse.ru/>
- [2] База данных ИНИД. – Режим доступа: URL: <https://data-in.ru/bdmo/>
- [3] О федеральной целевой программе. – Режим доступа: URL:

<https://docs.cntd.ru/document/499034090#6560IO>

[4] Метод DiD. – Режим доступа: URL:
<https://dimewiki.worldbank.org/Difference-in-Differences>

[5] Логинова Д.А., Строков А.С. Институциональные Вопросы устойчивого развития сельских территорий России // Вопросы государственного и муниципального управления. 2019. №2. URL:
<https://cyberleninka.ru/article/n/institutsionalnye-voprosy-ustoychivogo-razvitiya-selskih-territoriy-rossii> (дата обращения: 22.04.2022).

[6] Документация Pandas. – Режим доступа: URL:
https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/index.html

[7] Документация Plotly. – Режим доступа: URL:
<https://plotly.com/python/>

Мониторинг угольных карьеров (на примере Кемеровской области)

Кладова Н.С., Никитин А.Д., Шулаков Д.Ю.,
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Жилина А.С., и.о. заместителя
начальника управления по работе с гимназистами Управления по
работе с молодежью СПбГУ

Кемеровская область – это один из главных регионов – добытчиков угля в России. Поскольку добыча угля считается неэкологичной отраслью промышленности, это существенно влияет на качество жизни в регионе и на экологическое благополучие Кузбасса [1], [2].

Для исследования экологических нарушений в процессе деятельности угольных промышленных предприятий на примере

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Талдинского разреза рассмотрена динамика изменения площадей за определенный период времени по космическим снимкам.

С помощью сервиса Google Earth Engine удалось визуализировать площадные изменения Талдинского разреза, а также построить график его площадных изменений.

По итогам анализа численных изменений площади разреза стало очевидно, что изменения колоссальные и что нанесен большой вред окружающей среде. Для лучшей визуализации изменений было создано GIF-изображение.

В качестве технологии, позволяющей решить проблему мониторинга угольных карьеров, возможно создание геопортала для экомониторинга с функцией учёта просадки почв (при помощи интерферометрической съёмки). Это позволит привлечь к проблеме три основные целевые аудитории:

1. Органы местного самоуправления, которым выгоден контроль общего экологического состояния. Это позволит проверять корректность отчётности по нарушению сохранности окружающей среды.
2. Угледобывающие предприятия, которые по постановлению Роспотребнадзора обязаны предоставлять отчётность по нарушению экологического состояния и возможные способы его восстановления [2].
3. Жители местности, которых волнует экологическое состояние региона, места их жительства.

Портал также может быть использован при выборе земельного участка [1].

Список использованных источников:

- [1] А.А. Харионовский, А.Н. Калушев, В.Н. Васева, Е.И. Симанова

– Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения. Харионовский А.А., Калушев А.Н., Васева В.Н., Симанова Е.И. Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения // Вестник Научного центра. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-ugolnoy-promyshlennosti-sostoyanie-problemy-puti-resheniya> (дата обращения: 23.05.2022).

[2] А.А. Харионовский, М.Ю. Данилова – Современной экологическое состояние Кузбасса. Харионовский А.А., Данилова М.Ю. Современное экологическое состояние Кузбасса // Вестник Научного центра. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-ekologicheskoe-sostoyanie-kuzbassa> (дата обращения: 23.05.2022).

Создание информационного ресурса как способ решения проблемы неосведомленности школьников о буллинге

Липовой К.А., Шейман Е.В.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Криволапова А.А. преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Все чаще интернет-пространство и СМИ транслирует такое понятие, как «буллинг». По данным исследований «Рамблер», каждый второй подросток в России сталкивался с травлей в школе. О буллинге со стороны сверстников рассказали 52% опрошенных в возрасте от 10 до 18 лет - в первую очередь они жалуются на психологическую агрессию (32%) и физическую, проявляющуюся в толчках и побоях (26,6%). Эти факторами обосновывается потребность подростков в наличии открытых источников информации о буллинге, максимально

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

адаптированных для подростковой аудитории, что определило цель и задачи проекта.

Цель: создание открытого Интернет-ресурса, информирующего о буллинге.

Для определения контента Интернет-ресурса (лонгрида) авторами проведен онлайн-опрос учащихся Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ об их взаимоотношениях в реальной жизни и в интернете, о знакомстве с понятиями «буллинг» и «кибербуллинг», о понимании признаков травли и т.д.

По итогам опроса учащихся Академической гимназии и на основе анализа существующих способов выхода из ситуации буллинга сформировался следующий план визуализации лонгрида:

1. Теоретическая справка о буллинге и кибербуллинге, то есть в этой части должны содержаться определение буллинга, виды буллинга и их определения, затем – определение кибербуллинга, его виды и определение эти видов;
2. Причины буллинга;
3. Последствия для жертвы буллинга;
4. Возможное решение проблемы буллинга, советы жертве;
5. Способы эффективного разрешения ситуации кибербуллинга, советы жертве.

Для технического обеспечения работы лонгрида выбран конструктор сайтов «Tilda publishing», так как он удобен и прост в использовании, предлагает эстетичные и приятные для просмотра шаблоны.

В самом начале сайта дан телефон доверия.

В первом блоке, как и планировалось, содержится теоретическая

информация о буллинге и его видах, ссылки на источники для этого блока.

Во втором блоке читатель может узнать о различных причинах буллинга, приведены отрывок из опроса буллеров и ссылка на онлайн-опросник Д. Олвеуса, который поможет узнать читателю, подвергается ли он буллингу или является агрессором.

В третьем блоке содержится информация о последствиях буллинга для жертвы, советы: что делать тому, кто подвергается буллингу или кибербуллингу.

Изучая четвертый блок, читатель может познакомиться с третьей стороной буллинга – наблюдателем. В этой части сайта находится информация о видах наблюдателей и советах по защите жертвы.

В пятом блоке есть советы по профилактике буллинга в школах. Читатель также может обратиться за помощью в администрацию своего учебного заведения.

В конце каждого блока закреплены источники информации.

В процессе подготовки проекта подтвердилось: буллинг – серьезная проблема современного общества, решение которой требует постоянной работы, привлечения специалистов, совершенствования информационной работы с подростками.

Список использованных источников:

[1] Масленко Дарья. Кибербуллинг: что важно знать и как от него защититься? // Подробнее на РБК. – Режим доступа: URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5faab6719a7947858256b569>

[2] Опросник риска буллинга. – Режим доступа: URL: <https://docplayer.com/55212761-Oprosnik-riska-bullinga-orb.html>

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

[3] Затравленное детство: что такое буллинг и как с ним бороться? // Пресс-служба Департамента труда и социальной защиты населения города Москвы. – Режим доступа: URL: <https://dszn.ru/press-center/news/2334>

[4] Прутковская Галина. Кибербуллинг – спасение есть? Что делать жертвам интернет-травли. // блог. – Режим доступа: URL: <https://findmykids.org/blog/ru/kiberbulling-detej-i-podrostkov-v-internete>

[5] Кибербуллинг: чем он опасен и почему школе стоит обратить на него внимание? // Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании. – Режим доступа: URL: <https://iite.unesco.org/ru/highlights/chem-opasen-kiberbulling/>

Игрофикация лабораторных работ по химии «Dr. Chem»

Матвеев Ю. В., Черепанов А. И., Чирков М. В.
Академическая гимназия им. Д. К. Фаддеева СПбГУ

Понятие игрофикации (геймификации) сейчас на слуху – обучение с использованием игровых методик широко обсуждается как в СМИ, так и в профессиональных сообществах. В особенности игрофикация привлекает поколение, выросшее в условиях популярности видеоигр.

Игрофикация становится интересной не только из-за изменения социально-психологического портрета обучающегося. Есть три основных причины повсеместного интереса к геймификации:

1. Влияние рынка: по информации агентства App Annie в третьем квартале 2017 г. пользователи потратили только на мобильные игры \$17 млрд.

2. Связь между игрой и процессом обучения у детей: давно известно, что самый простой способ обучения – это игра. Именно играя, ребенок познает не только физический, но и социальный мир. Исследование доктора Арне Мэй из Регенсбургского университета (Германия) доказывает, что в результате освоения нового навыка во время игры рост серого вещества происходит за считанные недели.

3. Растущий интерес к играм среди взрослых: последнее время индустрия видеоигр переживает настоящий бум, появляется субкультура геймеров и киберспорт, теперь видеоигры - удел не только детей, но и взрослых. И выросшее на компьютерных играх поколение Y, будучи экономически активной частью населения, переносит на обучение уже знакомые паттерны поведения.

Наша цель: создание проекта портал «Dr. Chem», направленного на игрофикацию лабораторных работ по химии.

В рамках данного проекта проблема игрофикации используется для изучения дисциплины «химия». Это связано с тем, что многие школьники ввиду недостаточного понимания и недостатка мотивации, а также заблуждений о том, что химия - скучная наука, не заинтересованы в её изучении.

Введение игрофикации позитивно сказывается на ситуациях, когда в школе недостаточно соответствующего оборудования. К сожалению, немало школ испытывают проблемы с лабораторным оборудованием и прочими условиями для проведения опытов. Школьная программа допускает изучение химии теоретически, а не на опытах, из-за чего у многих школьников отсутствует понимание того, что на самом деле происходит путём химических реакций.

Перед проведением лабораторных работ, в целях безопасности,

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

не лишним является проверка у ученика знаний темы, техники безопасности и хода эксперимента. Решение этой проблемы мы находим в компьютерной игре, которая заинтересует школьников (и не только школьников) в изучении химии и поможет лучше понять эту науку с помощью наглядных химических опытов.

Учителя химии смогут перед реальными лабораторными работами дать своим ученикам возможность потренироваться в виртуальных классах, чтобы понять их уровень подготовки, и чтобы эксперименты в школе были безопасными.

Результат нашей работы: в настоящее время создан макет дизайна портала, а также структура заданий; в дальнейшем будет вестись работа по наполнению портала качественным содержанием.

Список использованных источников:

[1] Официальный сайт Московского государственного педагогического университета. – Режим доступа: URL: <https://ino.mgpu.ru/notes/gejmifikatsiya-v-obrazovanii/>

[2] Гоник Ларри. Химия. Естественная наука в комиксах. – М.: Махаон, 2015. – 256 с.

[3] Робин Уильямс. Дизайн книга для недизайнеров. – Изд-во Питер, 2021. – 240 с.

[4] Игорь Бурлаков. Номо Gamer. Психология компьютерных игр. – М.: Независимая фирма «Класс», 2000.

[5] Ананьева Е.А., Вальков А.В., Глаголева М.А., Гурова И.В. Общая химия: лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 220 с

[6] Виртуальная реальность. Платформа для разработки. – Режим доступа: URL: <https://unity.com/ru/unity/features/vr>

[7] Химлабо. Школьное оборудование от производителя // Демонстрация опытов. – Режим доступа: URL: <https://www.himlabo.ru/experiments>

[8] Плакидкин А. А., Стась Н.Ф. 13 основных лабораторных работ по общей химии. – Томск, 2006. – 60 с. – Режим доступа: URL: https://portal.tpu.ru/departments/kafedra/onh/education/Tab/pl_13_work.pdf

[9] Карманова И.И. Домашняя химическая лаборатория. – Режим доступа: URL: http://licey2-bal.ucoz.ru/normativnbasa/pedsovet/domashnjaja_khimicheskaja_laboratoriya.pdf

[10] Коллекция виртуальных лабораторных работ. Часть 5. Химия. // ИТМО. – Режим доступа: URL: http://expert.itmo.ru/labs_chemistry

Разработка консультативной системы по вопросам межкультурного взаимодействия в больших городах

Пшеничный Г.К., Иванов М.Ю., Гороховатский Н.А.
Академическая гимназия им. Д. К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Пшеничный К.А.

Большие города всегда тяготеют к космополитизму, служа не то «плавильным котлом», не то сценой, на которой разворачиваются драматичные события, вызванные контактом различных культур, их вынужденным сосуществованием. Если в первом случае получается, как правило, новая суб-идентичность, вбирающая в себя многие положительные качества разных «ингредиентов» при неизбежном доминировании культуры-субстрата, то во втором – целостность и

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

идентичность либо разрушаются вовсе, либо замещаются наиболее активно самоутверждающимися диаспорами. Происхождение этих диаспор может быть различно: от представителей иной расы до жителей соседней деревни, но всех их отличает активное стремление в точности сохранить свой взгляд на мир и свои бытовые традиции в любой обстановке, а зачастую и желание заставить окружающих принять их.

Первый случай означает формирование новой городской или региональной субидентичности (например, в нашей стране – петербуржцы, одесситы, донбассцы и иные). Это интереснейший феномен, в котором положительных черт гораздо больше, чем отрицательных, и потому он представляет интерес скорее для академической науки. Второй вариант – это, напротив, опасное общественное явление, и его изучение представляет собой не только теоретический, но и сугубо прикладной интерес. Городские и местные власти, журналисты, сотрудники органов правопорядка, общественные деятели и, наконец, простые жители городских районов и предместий, в которых разворачиваются события межкультурного взаимодействия, ищут ответы на простые вопросы: стоит ли воспринимать с тревогой те или иные перемены в своём подъезде, в своём дворе, на своей улице, что могло послужить причиной этих перемен и к каким они приведут последствиям сами по себе или в сочетании с другими обстоятельствами, что стоит предпринять сегодня, чтобы не допустить кризиса завтра.

Как было показано ранее [1], для решения данной проблемы нужен комплексный подход, объединяющий работу специалистов в разных областях на единой формализованной основе. В качестве

таковой основы предлагался инновационный конструкт инженерии знаний – *куст событий*. На понятном примере была продемонстрирована его пригодность для формализации и объединения различных знаний, относящихся к вопросу.

Вместе с тем, остаётся вопрос: как донести результаты исследований до всех заинтересованных лиц? *Куст событий*, отличаясь наглядностью и интуитивной ясностью при построении, тем не менее, оказывается далеко не всегда понятен и легко воспринимаем при чтении, особенно неспециалистами в той области, для которой он создан. Тому есть три основные причины.

1. Готовый *куст событий*, как правило, оказывается велик и запутан, глазу трудно ухватить и не потерять все сценарии, показанные в нём.

2. Правила формулирования высказываний в узлах *куста событий* таковы, что компьютер воспримет эти высказывания легко, человек – с большим усилием.

3. Сценарии *куста событий* выглядят общо и абстрактно, так что непонятно, «как это может работать» здесь и сейчас.

Следовательно, возникает необходимость разработки инструмента, позволяющего всем заинтересованным лицам независимо от их профессиональной компетенции и общего уровня знаний, получать ответы на волнующие их вопросы, связанные с распространением пассионарных представителей иных культур в городах. Данный инструмент будет реализован в первую очередь на бумажных носителях и только потом – на электронных. Это позволит использовать его в учреждениях и организациях, на коллективных обсуждениях и совещаниях (в обычном, не удалённом режиме), для

**Научно-практическая конференция.
СЕКЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

образования взрослых и переподготовки специалистов. Данный инструмент мы будем называть консультативной системой, имея в виду, что его последующая компьютерная реализация может стать экспертной системой в обычном смысле (точнее, экспертной системой поддержки принятия решений).

Для разработки новой консультативной системы требуется прежде всего преодолеть вышеуказанные недостатки метода *куста событий*: громоздкость конструкции, неестественную стилистику и абстрактность формулировок. Для их преодоления предполагается использовать набор упрощённых, облегчённых *кустов* и *кустов-примеров*, которые и будут непосредственно предложены пользователю, с возможностью обращения к исходным *кустам событий* (подобно тому, как посетитель интернет-страницы может, при желании, просмотреть её запись на языке HTML).

Есть основания ожидать, что данная разработка поможет формулировать стратегию решения проблем, присутствующих в конкретном городе. Очевидно, после первого же применения на практике консультативная система претерпит изменения и будет дорабатываться в дальнейшем, в режиме непрерывного диалога с пользователями. Кроме того, полученный опыт может быть использован при создании на основе *куста событий* консультативных систем в других областях практической деятельности.

Список использованных источников:

[1] Пшеничный Г.К., Иванов М.Ю., Гороховатский Н.А.
Разработка концептуальной модели изменения городской среды в

результате инокультурной миграции. Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. – СПб: Университет ИТМО, [2022]; <https://kmu.itmo.ru/digests/article/9680>.

СЕКЦИЯ ФИЗИКИ

Изучение физических принципов теплового способа определения направления течения жидкости в непрозрачной трубе и создание рабочей модели устройства

Воронович И.Д.

Академическая гимназия им. Д. К. Фаддеева СПбГУ

Научные руководители: Решетников Д.Д., инженер научного парка СПбГУ; Клемешев С.А., инженер физического факультета СПбГУ; Конашук А.С., канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель физического факультета СПбГУ.

Периодически инженеры и люди технических специальностей сталкиваются с ситуацией, когда необходимо определить направление течения жидкости в непрозрачном проводящем сосуде (обычно в трубе), но недопустимо механическое проникновение внутрь сосуда. Целью работы был поиск способов определения направления течения жидкости и изучение их физических принципов, а также создание рабочей модели устройства для экспериментального определения направления течения жидкости.

В работе рассматривались следующие способы решения данной задачи: тепловой, ультразвуковой и на основе силы Кориолиса (для случая гибкой трубы). Как основной рассматривался первый способ, так как он наиболее прост в практической реализации и подходит для определения направления течения жидкости почти при любой скорости потока.

Принцип метода заключается в измерении температуры трубы в точках на одинаковом расстоянии от источника тепла и наблюдении за изменением температуры в зависимости от времени. Из дифференциального распространения теплопроводности установлено, что при отсутствии жидкости в трубе тепло распространяется симметрично в обе стороны от источника тепла. Этот факт был

проверен на опыте. Далее опытным путём было выяснено, что при добавлении потока воды в систему характер распространения тепла меняется: с той стороны, куда течёт вода, температура трубы оказывается выше, чем с противоположной. Также проводился ряд экспериментов с изменением таких параметров системы, как мощность нагрева, скорость потока, материал трубы. Изучена динамика изменения температуры в контрольных точках по разные стороны от нагревателя. На основании результатов эксперимента была разработана теоретическая модель, объясняющая физику распространения тепла по трубе в случае течения жидкости, а также создан рабочий образец установки, определяющей направление течения воды по динамическому характеру асимметрии распространения тепла по трубе от кольцевого нагревателя.

В работе допускался ряд ограничений, таких как относительно низкая температура жидкости в трубе (относительно источника тепла и окружающей среды), теплопроводность трубы не ниже определённого порогового значения и др.

В дальнейшем планируется провести эксперименты на трубах с иными диаметрами, изучить, как влияет теплопроводность жидкости на распространение тепла в трубе, а также сделать метод универсальным для разных соотношений (больше-меньше) температур жидкости и окружающей среды.

Список использованных источников:

[1] Савельева С.В. Изучение теплопередачи: методическое пособие / С.В. Савельева – Санкт-Петербургский государственный университет, 2017.

[2] Чермошенцева А.А., Плотникова И.С. Численные схемы

решения двумерного уравнения теплопроводности в цилиндрических координатах // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2011. – № 15. – С. 21-25.

**Влияние электронного и ионного облучений на
люминесцентные свойства нитрида галлия**

Красникова А.Э.

Академическая гимназия им. Д. К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Петров Ю.В., канд. физ.-мат. наук,
доцент Санкт-Петербургского государственного университета

В нашей работе была поставлена цель – оценка возможности использования сфокусированных пучков заряженных частиц для локального управления свойствами полупроводника.

Цель обусловила постановку следующих задач:

- Изучение свойств физики полупроводников, методов синтеза и свойств нитрида галлия.
- Изучение принципов работы электронных микроскопов и систем со сфокусированным ионным пучком.
- Исследование спектра катодolumинесценции нитрида галлия.
- Исследование влияния облучения ионами гелия на люминесцентные свойства нитрида галлия.
- Исследование влияния облучения электронами на люминесцентные свойства нитрида галлия.

Актуальность нашей работы определяется тем, что нитрид галлия представляет практический интерес для оптических и электронных применений. Интерес к оптическим устройствам на основе GaN возрос в связи с изобретением высокоэффективных синих светодиодов (в 2014 году японские ученые получили Нобелевскую

премию за это изобретение). Нитрид галлия также используется в высокотемпературной электронике, так, полупроводник используется в транзисторах с высокой подвижностью электронов (HEMT), они имеют более высокую производительность при больших мощностях.

Свойства материалов часто могут изменяться за счет добавления примесей или образования дефектов. Особенно сильно изменения заметны в полупроводниках, где даже, казалось бы, незначительное добавление примесей существенно сказывается на свойствах материала.

Материалом для изучения был выбран нитрид галлия. Нитрид галлия – прямозонный полупроводник с широкой запрещенной зоной, высокой подвижностью электронов и гексагональной структурой. В эксперименте использовались два образца, выращенные разными технологиями (HVPE и MOCVD [1, 2]).

Сначала были изучены принципы работы сканирующего ионного гелиевого микроскопа и сканирующего электронного микроскопа с системой регистрации катодолюминесценции [3]. Электронный пучок взаимодействует с образцом, что приводит к возникновению возбужденных состояний электронов материала, в которых они регистрируются детекторами. В работе регистрировались вторичные электроны, регистрация которых и позволяет получать изображение с поверхности образца. Также с помощью системы регистрации катодолюминесценции фиксировалось катодолюминесцентное излучение (свечение вещества при его облучении быстрыми электронами).

Изначально спектр был снят с необлученного образца двумя способами: в точке и с большей поверхности. Это позволило выбрать

оптимальную методику снятия спектров в конкретных экспериментальных условиях. Используя выбранную методику, спектры обоих образцов были пересняты. Были объяснены зафиксированные полосы люминесценции [4].

В ходе эксперимента один из образцов был облучен разными дозами ионов гелия. Облучались небольшие области – квадраты со стороной шесть микрон. Было выяснено, что с увеличением дозы люминесценция гаснет. Были рассмотрены возможные причины ее затухания, с помощью программы SRIM оценена глубина проникновения ионов и количество дефектов, создаваемых ими.

Другой образец был облучен электронами разных энергий (5-20 кэВ). Была найдена зависимость интенсивности катодолуминесцентного излучения от времени облучения электронами. Было выяснено, при каких значениях энергии люминесценция быстрее гаснет. С помощью программы CASINO оценена глубина проникновения электронов, выявлена зависимость плотности потерь энергии от энергии электронов.

Таким образом, была оценена возможность локального управления свойствами полупроводника с помощью ионного и электронного пучков. Возможно гасить люминесценцию с помощью ионного и электронного облучений. При облучении электронным пучком возможно усиливать интенсивность излучения. Облучая образец, возможно влиять на его удельное сопротивление.

Список использованных источников:

[1] M. Matloubian and M. Gershenson. MOCVD epitaxial growth of single crystal GaN, AlN. // Journal of Electronic Materials. Vol. 14; Iss. 5 – 1985.

[2] Dirk Ehrentraut, Elke Meissner, Michal Bockowski. Technology of Gallium Nitride Crystal Growth. – Springer, 2010.

[3] Ю.В. Петров. Теоретические основы сканирующей электронной микроскопии для пользователей МРЦ-НТ, 2012

[4] M.A. Reshchikov and Hadis Morkoc. Luminescence properties of defects in GaN, 2005.

[5] Chris G. Van de Walle. First-principles calculations for defects and impurities: Applications to III-nitrides, 2003.

[6] S. C. Binari, H. B. Dietrich, G. Keiner, L. B. Rowland, K. Doverspike and D. K. Wickenden. H, He, and N implant isolation of n-type GaN, 1995

[7] Л.С. Стильбанс. Физика полупроводников. – М: Советское радио, 1967.

[8] Wesch, Wendler. Ion Beam Modification of Solids, 2016.

Трехгранная игральная кость

Кутуев М.И.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научные руководители: Конашук А.С., канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель физического факультета СПбГУ., Котова О.А., Сокол А.В., преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Хорошо известна шестигранная игральная кость, представляющая собой куб. Равенство вероятностей выпадения каждой грани (необходимое условие, накладываемое на игральную кость) обеспечивается геометрической эквивалентностью всех граней данной игровой кости. При этом с научной точки зрения интересен

вопрос: возможно ли обеспечить равенство вероятностей выпадения геометрически неэквивалентных граней геометрического тела, например, цилиндра. Кроме того, цилиндр является идеализированной моделью монеты. Поэтому вопрос интересен и чисто с житейской точки зрения: при каких физических и геометрических параметрах монеты она будет падать на боковую и торцевую поверхности с равной вероятностью?

Наш подход к решению поставленного вопроса заключался в следующем:

1. Теоретическое нахождение соотношения размеров боковой к торцевой поверхности такого, чтобы выполнялось условие равной вероятности выпадения сторон
2. Проверка влияния различных физических условий:
 - изменение поверхности, на которую приземляется кость (монета)
 - варьирование начальных условий подбрасывания кости (монеты)

В данной работе анализировались различные соотношения геометрических размеров и начальные условия запуска (плоское и объемное вращение в пространстве), а также проводились эксперименты на поверхностях с различными коэффициентами восстановления. Также была выведена формула для расчета вероятности выпадения монеты по ее высоте и диаметру.

Было выяснено следующее:

1. Соотношения высоты цилиндра к диаметру его основания равные 0.35 и 0.58 показывают хорошее совпадение эксперимента с теорией в пределах погрешности.

2. При падении на стол происходило больше подпрыгиваний – это дало большую расходимость от начального ограниченного диапазона состояний и, соответственно, обеспечивало большую равновероятность выпадения.

3. Для выполнения условия равновероятности выпадения монеты необходимо обеспечить случайность и хаотичность вращения монеты в пространстве, которая достигается путем большего количества отскоков.

4. В качестве поверхности для приземления монеты войлок не подходит, т.к. имеет меньший коэффициент восстановления и, таким образом, на практике не выполняется условие случайности отскока.

5. Вероятность выпадения на боковую или торцевую поверхность в пределах погрешности не зависит от массы и абсолютных размеров монеты.

6. Теоретические модели, использующие объёмное и плоское вращение хорошо описывают результаты эксперимента для соответствующих начальных условий запуска монеты.

7. Теория обладает предсказательной силой: экспериментально найденная вероятность выпадения граней цилиндрической монеты с произвольным соотношением геометрических размеров хорошо совпадает с теоретическими ожиданиями.

Шарик на мембране

Автор: Кушнир М.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Клемешев С.А., инженер физического факультета СПбГУ; Конашук А.С., канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель физического факультета СПбГУ.

Цель работы состоит в том, чтобы исследовать причину возникновения звука при падении металлического шарика на круговую упругую мембрану, его природу и то, какие параметры на него влияют.

Была поставлена следующая задача: если уронить металлический шарик на резиновую мембрану, натянутую на пластиковый стакан, можно услышать звук. Следует объяснить природу этого звука и исследовать, как его характеристики зависят от существенных параметров.

В данной задаче присутствуют следующие параметры звука: амплитуда (громкость звука) и частота колебаний (определяет тон звука), это всё относится к волнам, а они бывают двух типов: поперечные и продольные.

К существенным для задачи явлениям можно отнести: появление стоячей волны, а также резонанс (при появлении звука в сосуде (волн), стенки сосуда начинают резонировать и увеличивают амплитуду колебаний, то есть громкость звука). У стоячей волны есть особенность: у неё есть так называемые узлы, где амплитуда равна нулю и пучности, где амплитуда колебаний наибольшая. Главным фактором является мембрана, она вносит главный вклад в появление звука.

У мембраны есть разные моды колебаний, они характеризуют

то, как колеблется мембрана. Есть основная мода колебаний, частоту которой мы можем определить, а все последующие частоты отличаются на определённый коэффициент.

Были проведены эксперименты, где по стенке сосуда с мембраной были проведены резкие удары. При этом в первом эксперименте середины мембраны касался палец (оказывал воздействие), а во втором эксперименте палец касался мембраны сбоку. Получив спектры, увидели, что набор частот в них различается. Тем самым мы доказали присутствие звуковых частот, вызванных колебаниями непосредственно мембраны в различных модах.

Далее проводились эксперименты, где мембрана была плотно закреплена на штативах. Бросался шарик на мембрану и записывался звук, дальше были получены спектры, по которым проводился анализ. В последующих экспериментах шарик падал с такой же высоты, но мембрана была плотно прижата к сосуду. Сосуды брались одного диаметра, изменялась высота и толщина стенок. Были получены спектры, на которых можно увидеть, что частоты мембраны, совпадают с частотами сосуда, то есть мембрана вносит вклад в образование звука, а сосуд усиливает его, увеличивая его громкость. Были случаи, когда частоты (± 5 Гц) совпадали, это означает то, что одна частоты моды колебаний перекрывает другую, они накладываются друг на друга.

Дальше на спектрах было замечено, что при каждом падении шарика на мембрану присутствуют два пика, отсюда появилась теория о том, что при падении шарика на мембрану, мембрана его облепляет и возникает звук «отлипания». Было решено проверить данную теорию: в одном эксперименте шарик падал просто на мембрану, а во

втором на мембрану, на которой была растёрта магнезия. На итоговых спектрах было видно, что в эксперименте с магнезией не было второго пика.

Также одним из вопросов был вопрос о первом пике в начале спектра. Данный пик был во всех экспериментах до 110 Гц. Первый пик – это возбуждения всех мод колебаний мембраны, а дальше остаются только те, которые «нужны сосуду», то есть это всё зависит от добротности сосуда.

В виде мембраны использовался резиновый воздушный шарик, имеющий градиент натяжения, то есть его плотность в разных местах разная, а, значит, и натяжение разное. Это учитывалось в экспериментах. На спектре можно увидеть влияние градиента натяжения в виде малых пиков с небольшой амплитудой, но отличить среди них основные моды колебаний несложно, так как у основных мод колебаний амплитуда гораздо больше.

Во всех экспериментах использовался микрофон с линейным АЧХ.

Были записаны видео броска шарика на мембрану, с меняющимися высотами и стенками сосудов, с записью на микрофон с линейным АЧХ находившимся на расстоянии 8,5 см над мембраной. Шарик падает на мембрану – возникает звук; при выведении мембраны из состояния покоя возбуждаются все моды колебаний, на спектре видны моды, которые появились в сосуде.

В ходе экспериментов были сделаны выводы:

1. Выяснили, что звук при падении шарика появляется от колебаний мембраны, но его усиление происходит от того, что звук отражается от стенок сосуда и возникают стоячие волны.
2. Удалось установить зависимость частоты от высоты: чем

выше сосуд, тем громче звук.

3. Экспериментально выявили, что при падении шарика на мембрану образуется звук с частотами, которые повторяются, при этом главный вклад вносит мембрана.

4. Подтвердили, что при ударе шарика мембране передаётся энергия, от которой зависит громкость звука.

Список использованных источников:

[1] И.Г. Араманович, В.И. Левин. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1969. – 288 с. – Режим доступа: URL: https://scask.ru/q_book_emp.php?id=33

[2] Кошляков Н. С., Глинер Э. Б., Смирнов М. М. Уравнения в частных производных математической физики. Учеб. пособие для мех.-мат. фак. ун-тов. М., «Высшая школа», 1970. – 712 с.

[3] Павлов М.С., Пономарев С.В., Подшивалов С.Ф., Жуков А.П., Халиманович В.И. Патент: Способ определения равномерного натяжения мембраны из изотропного материала. 2012-2022. – Режим доступа: URL: <https://findpatent.ru/patent/249/2497088.html>

[4] Фигуры Хладни и квантовый хаос. – Режим доступа: URL: <https://se7en.ws/figury-khladni-i-kvantovyy-khaos/>

[5] Vibrations of a circular membrane. // Wikipedia. – Режим доступа: URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Vibrations_of_a_circular_membrane

Научно-практическая конференция. СЕКЦИЯ ФИЗИКИ.
**Исследование перспектив применения ультразвуковой
дефектоскопии**

Кэмерон А.Д.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Мельников И.А., магистрант
физического факультета СПбГУ

Безопасность эксплуатации большого числа бытовых и промышленных объектов напрямую зависит от качества материалов, используемых при их изготовлении. Поэтому важность своевременного точного и достоверного поиска дефектов деталей трудно переоценить. Существует множество способов реализации данной процедуры, одним из которых является ультразвуковая дефектоскопия, основой которой является анализ особенностей распространения упругих волн внутри различных сред.

Данная работа посвящена анализу Фурье образа отраженного сигнала на примере одномерной модели двух сплошных упругих сред, с целью определения относительных упругих характеристик дефектов. На основе проведенных экспериментов были получены спектры сигналов, отраженных от границы раздела двух сред с различными модулями упругости. Все сигналы были проанализированы с учетом возникающих паразитных колебаний и результаты позволяют различить «дефекты» с модулем упругости сравнимым с модулем упругости среды и во много раз его превышающем (рис.1).

Сигнал, распространяясь вдоль одномерной неоднородной среды отражается на границах раздела разделяясь на множество двигающихся в разных направлениях волны. Условия интерференции этих волн зависят от условий отражения на границах, что создает

уникальный спектр суммарного сигнала. Фурье образы волн содержат отчетливые пики, соответствующие различным частотам колебаний. Видно, что эти частоты сильно отличаются как по количеству составляющих, так и по расположению пиков.

Сбор и анализ информации об особенностях спектров в зависимости от разницы волнового сопротивления среды и дефекта в будущем позволит более точно идентифицировать тип неоднородностей.

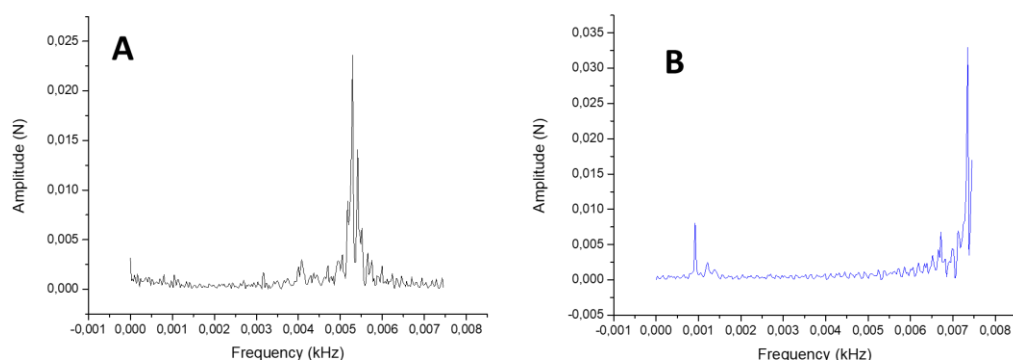


Рис. 1. Фурье образ сигнала, принимаемого на датчике при прохождении импульса вдоль среды с дефектом имеющим бесконечно большой модуль упругости (А) и модуль упругости в 1,5 меньший по сравнению с внешней средой (В).

Список использованных источников:

[1] Акуличев В.А, Ильичев В.И. О спектральном признаке возникновения ультразвуковой кавитации в воде. //Акустический журнал,1963, т. 9, №2, с.158-161.

[2] Качанов В.К.1, Соколов И.В., Первущин В.В., Тимофеев Д.В., Структуроскопия изделий из полимерных материалов с помощью анализа мгновенного спектра ультразвуковых сигналов // Дефектоскопия, 2019, №6, с.3-10.

[3] Шутилов В.А. Основы физики ультразвука. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980.

Возможности астрономических наблюдений на самодельных приборах из доступных материалов

Пивоева Е.И.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Лисаченко Д.А., преподаватель
Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Во многих школах нет специального оборудования для демонстрации на уроках ключевых явлений и для наглядного их изучения, что принципиально важно для таких школьных предметов, как физика и астрономия. В данной работе показано, что содержательные качественные и количественные исследования возможны и с самодельными приборами, а также предложены варианты их конструкций для общедоступных учебных наблюдений. Данная работа является частью проекта по созданию приборного комплекса для школьной физики и астрономии, сочетающего доступность и простоту с серьёзными возможностями. Создаваемый комплекс может представлять особый интерес для сельских школ благодаря преимуществам чистого неба без неизбежного в городах светового загрязнения.

Предметом исследования стали изображение и спектр излучения Солнца, объектом - солнечные пятна и особенности солнечного спектра в видимой и ближней инфракрасной области, в том числе полосы водяного поглощения.

Гипотеза исследования: при помощи самых доступных средств

можно изучать явления, для которых, как раньше могло казаться, требовалось сложное оборудование (см. предмет и объект).

Нами были изучены характеристики камеры-обскуры и спектрометра, опробован и оптимизирован ряд конструкций.

Камера-обскура: интерес к ней вызван тем, что это не только история и основы оптики, но и современный прибор для исследования Солнца в рентгеновском диапазоне [1]. Сначала нами была создана обскура в трубе с зеркалами внутри, увеличивающими длину прохода световых лучей в 3 раза, что составило 3 метра. Это позволило продемонстрировать две особенности оптических приборов: 1) применение зеркал для увеличения оптической длины в коротком корпусе, 2) подбор диаметра входного отверстия для оптимального соотношения геометрической и дифракционной расходимости. Сфотографировано солнечное затмение 10.06.2021.

Затем была изготовлена самая простая, компактная и портативная учебно-демонстрационная обскура – обычное зеркало размером 10x10 см, закрытое черной пластиной с рядом отверстий диаметром 6, 4, 3, 2, 1 мм. Отраженные солнечные лучи направляются на стену аудитории, давая несколько расположенных рядом изображений, иллюстрирующих соотношение между яркостью и резкостью. Для демонстрационных целей затемнение не требуется.

С помощью такого зеркала и еще одного или двух зеркал был получен ход лучей в 1, 2 и 3 прохода через весь школьный кабинет без затемнения, и только белый экран был защищен от света с помощью картонной коробки длиной около метра. Получено изображение Солнца за ветками деревьев, по которым можно определять и настраивать резкость. Вместе с тем стало ясно, что бытовые зеркала

для таких длинных обскур уже не годятся.

Наблюдение солнечных пятен было стимулировано рядом публикаций [2][3], но мы решили исследовать этот вопрос систематически и выработать количественные рекомендации по наблюдениям.

В обскуре, позволившей нам наблюдать солнечные пятна, конструкция проще, но были применены два зеркала оптического качества, а также диафрагма 1-5 мм от старых приборов. Через отверстие диафрагмы свет Солнца с помощью двух зеркал был выведен в длинный темный школьный коридор, где был установлен экран. Никакого специального затемнения не было. Максимальная длина обскуры определялась длиной коридора и составила 48 метров, при этом диаметр изображения Солнца – 46 см, отчетливо видны группы крупных и мелких пятен. Итак, увеличена и длина прохода, и дополнительные предметы для затемнения не нужны, и достигнута максимальная простота оптической системы. Изображение солнечных пятен на диске Солнца было сверено с данными собственных одновременных наблюдений в любительский телескоп с солнечным фильтром, а также с данными со снимков солнечных телескопов в интернете [4].

Минимальная длина обскуры, при которой удалось наблюдать крупные пятна, составила 6,7 метра при диафрагме 2мм и затемнении только экрана картонной коробкой.

Спектрометр: были созданы по одной и той же оптической схеме два спектрометра для испытания разных составных частей, их сравнения и подбора оптимальных. Основные элементы общедоступны: собирающая линза, входная щель (может быть самодельной), объектив Гелиос-44М от старого фотоаппарата Зенит-

ЕМ, призма, германиевый транзистор П-214 со спиленным корпусом в качестве светочувствительного элемента в видимой и инфракрасной области. Кристалл транзистора закрыт непрозрачным экраном с щелью, пропускающей только узкий участок спектра, даваемого призмой. При перемещении транзистора с помощью винтового механизма вдоль спектра координата транзистора (в миллиметрах и долях миллиметра) соответствует длине волны. Фототок, протекающий через транзистор, качественно соответствует спектральной мощности излучения в диапазоне, определяемом положением щели перед транзистором относительно спектра, даваемого призмой. Сопоставление координаты транзистора с длиной волны происходило с помощью настройки спектрометра по лазерам разных цветов. Также для настройки и выяснения характеристик транзистора были изучены спектры лампы накаливания при разных температурах нити накала. Вся оптическая система затемнена картонным корпусом.

Спектр Солнца был снят многократно в разное время, при разных условиях, при разной технической настройке приборов и способах снятия спектра, в том числе с учётом быстрого движения Солнца. Опробованы различные варианты конструкции, подобраны наиболее подходящие компоненты. Спектрометр позволяет наглядно изучать закон смещения Вина и закон Стефана-Больцмана при использовании лампы накаливания, исследовать спектр Солнца, а полученные характеристики его элементов позволяют рассчитывать на разрешающую способность, достаточную для выявления особенностей спектра Солнца в разное время года и суток [5].

Результаты: были созданы и отлажены разные варианты

Научно-практическая конференция. СЕКЦИЯ ФИЗИКИ.

конструкций приборов, выбраны оптимальные, сочетающие доступность, простоту и качество. Созданные приборы можно использовать не только для массовых школьных демонстраций по основам оптики, но и для проведения содержательных наблюдений и измерений: с помощью камеры-обскуры сфотографировано солнечное затмение, получено изображение солнечных пятен, с помощью спектрометра снят солнечный спектр. Опыт, получаемый школьниками при разработке, изготовлении и настройке приборов подобного уровня, пригодится им при работе с настоящими астрономическими приборами.

На основании полученных результатов и при доработке прибора мы рассчитываем выяснить, какие именно особенности солнечного спектра доступны для исследования в нашем приборном комплексе, и выработать рекомендации для массового использования.

Список использованных источников:

[1] С.А. Богачёв, А.С. Кириченко. Космические исследования солнца методами изображающей рентгеновской спектроскопии. // Вестник РАН, 2014, 84(3), с. 206-211.

[2] В.Г. Сурдин. Храмы – телескопы. // Наука и жизнь, 2008, 9, с. 97-103. Режим доступа: URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/14653/>

[3] В.Г. Сурдин. Солнечные пятна и камера-обскура. // Земля и Вселенная, 1999, 1, с. 40-46.

[4] Данные и графики авроральной активности. – Режим доступа: URL: <https://www.spaceweatherlive.com/ru.html>

[5] В. Деревянко. Солнечный спектр. // Интернет-ресурс Элементы. – Режим доступа: URL: https://elementy.ru/kartinka_dnya/1172/Solnechnyy_spektr

Шарики на резинке

Пугинская У.А., Состина В.М.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Конашук А.С., канд. физ.-мат. наук,
старший преподаватель Физического факультета СПбГУ

Задача: соедините два металлических шарика с помощью отрезка упругой ленты, закрутите ленту и положите шарики на стол. Шарики будут вращаться попеременно в одном и в другом направлении. Объясните это явление и исследуйте, как поведение такого «маятника» зависит от существенных параметров.

Подход к решению задачи заключался в рассмотрении вариантов поведения системы и создании математической модели для основного случая – когда оба шарика вращаются, а также в исследовании изменения периода и амплитуды такого «маятника» в зависимости от параметров резинки.

Первый вариант поведения системы – один шарик стоит на месте, а второй вращается вокруг него. Такое поведение обычно наблюдается в конце движения системы, когда крутящий момент не очень велик. Это связано с увеличением силы трения покоя для одного из шариков из-за неоднородности поверхности, вследствие чего крутящего момента не хватает, чтобы сдвинуть его с места.

Второй вариант поведения системы – остановка при максимальном отклонении от равновесия. Это явление возникает при больших амплитудах, когда резинка начинает накручиваться, и возникает трение резинки самой об себя.

Третий вариант поведения системы – шарики вообще не начинают вращаться. Это возникает, когда крутящий момент,

Научно-практическая конференция. СЕКЦИЯ ФИЗИКИ.

сообщаемый шарикам, слишком мал, чтобы преодолеть силу трения покоя; либо же слишком велик, и тогда шарики начинают скользить по поверхности.

Объяснение явления: когда закручивается резинка, возникает момент сил упругости, лежащий в плоскостях, перпендикулярных оси резинки, и резинка начинает раскручиваться, вращая шарики. За счёт силы трения покоя шарики движутся вперёд, а так как они скреплены резинкой, они начинают двигаться по окружности. Также введем некоторые обозначения: угол ϕ_1 – угол, на который поворачивается каждый шар вокруг оси, соединяющей их центры, угол ϕ_2 – угол поворота всей системы вокруг оси перпендикулярно поверхности. M и R – масса и радиус шариков. Шарики мы считаем одинаковыми и абсолютно жёсткими.

Предположим, что длина резинки меняется мало. Тогда сумма потенциальной энергии резинки, кинетической энергии каждого шарика и кинетической энергии всей системы равна константе. Так как сила трения почти не влияет на период маятника при малых амплитудах, то мы получаем, что период маятника зависит от массы и радиуса шариков, а также от крутильной жёсткости резинки.

В случае, если резинка растягивается, нужно учесть потенциальную энергию резинки на растяжение и зависимость изменения длины резинки от угла закрутки. Тогда нужно выразить kx^2 как ϕ_1 , умноженное на какой-то коэффициент p , и к крутильной жёсткости будет прибавляться этот коэффициент.

Коэффициент p определен экспериментально. Для этого мы закрепляли сверху один конец резинки, а второй конец резинки привязывали к грузу, стоящему на весах. Закручивая резинку и смотря на изменение показаний весов, определили kx для каждого ϕ_1 . Затем,

зная k , можно будет легко посчитать p для каждого φ_1 .

Чтобы найти крутильную жёсткость, шарик был подвешен на резинке нужной длины и ширины, закручен на 15 оборотов, затем измерен период вращения такого маятника. Зная массу и радиус шаров, можно найти крутильную жёсткость. ($T = 2\pi\sqrt{\frac{2mR^2}{5\alpha}}$, где α – крутильная жёсткость, из этого находим момент инерции для шара, подвешенного на резинке – $\frac{2mR^2}{5}$).

Результаты:

- было воспроизведено явление и выявлено четыре варианта поведения системы;
- созданы две теоретические модели – с учётом растяжения резинки и без, а также обозначены границы их применимости.
- во время экспериментального определения связи между k_x и углом закрутки было выяснено, что при закручивании резинки, её длина может не только увеличиваться, но и уменьшаться;
- обнаружено: меняя параметры резинки, можно менять её крутильную жёсткость, тем самым менять период вращения данного маятника; на период также влияют масса и радиус шариков;
- установлено, что амплитуда маятника зависит от длины резинки, так как увеличивается радиус окружности, по которой двигаются шарики, что приводит к увеличению работы силы трения.

Список использованных источников:

[1] В.А. Алешкевич и др. Курс общей физики. Механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 472 с.

[2] Гармонический осциллятор. // Wikipedia. – Режим доступа:

URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гармонический_осциллятор

[3] С.М. Козел. Открытая физика 1.1. Учебный компьютерный курс физики. – Режим доступа: URL: <https://physics.ru/courses/op25part1/content/chapter3/section/paragraph7/theory.html#.YmgPKVBBxPa>

[4] Момент инерции. // Wikipedia. – Режим доступа: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Момент_инерции

[5] Е.М. Никитин. Теоретическая механика для техникумов. – 12-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 366 с.

Синтез серебряных нанокластеров и изучение факторов, влияющих на их стабильность

Реутская А.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Чуйко Я.В., магистрант, лаборант-исследователь СПбГУ

Люминесцирующие серебряные нанокластеры (НК), стабилизированные последовательностью ДНК, являются перспективными объектами для использования в качестве сенсоров для определения важных биологических молекул в растворе или в клетках [1]. Такие структуры обладают рядом преимуществ по сравнению с аналогами: менее токсичны и небольшого размера [2], а также просты в синтезе и совместимы с живыми системами [3]. Однако при помещении комплексов ДНК и серебра (ДНК-Ag) в клетки люминесценция пропадает, поэтому необходимо проверить влияние на стабильность следующих факторов: выгорание из-за облучения УФ и видимым светом и pH среды.

Протокол синтеза НК был следующим: в воде разводится необходимая концентрация олигонуклеотидов ДНК. К ней добавляется разбавленный раствор нитрата серебра и перемешивается в шейкере. Затем добавляется свежий борогидрид натрия и снова перемешивается в лабораторном шейкере [3]. Спектры поглощения и люминесценции записывались через 24 часа с помощью спектрофотометра и спектрофлуориметра соответственно.

Для оценки влияния света на стабильность комплекс кластеров облучали в спектрофлуориметре следующим образом: светом длиной волны 490 нм на раствор в кювете светили в течение одной минуты, после чего его перемешивали и записывали спектр люминесценции. И так последовательно 15 раз. Результаты этого эксперимента можно увидеть на рисунке 1. На нем видно множество кривых спектров люминесценции комплекса нанокластеров серебра с ДНК, соответствующих каждому шагу эксперимента.

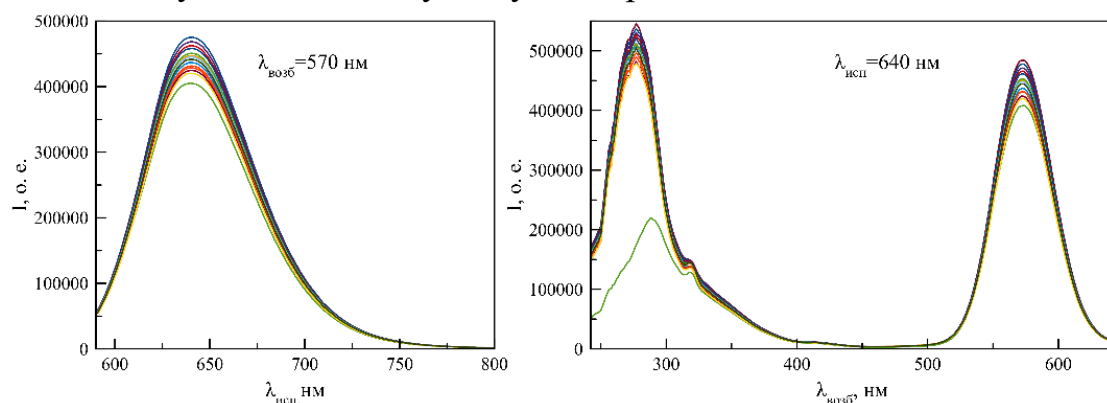


Рисунок 1 – Спектры люминесценции комплексов серебряных нанокластеров с ДНК (зависимость от влияния света): слева спектр испускания, справа спектр возбуждения.

На их основе можно построить график зависимости интенсивности люминесценции кластера от длительности воздействия света (рис.2). И как видно, падение интенсивности

люминесценции составило около 30 процентов. Но при этом интенсивность нанокластера не снижалась стабильно - структура люминесцировала то больше, то меньше. Возможно, это связано с неравномерным перемешиванием раствора.

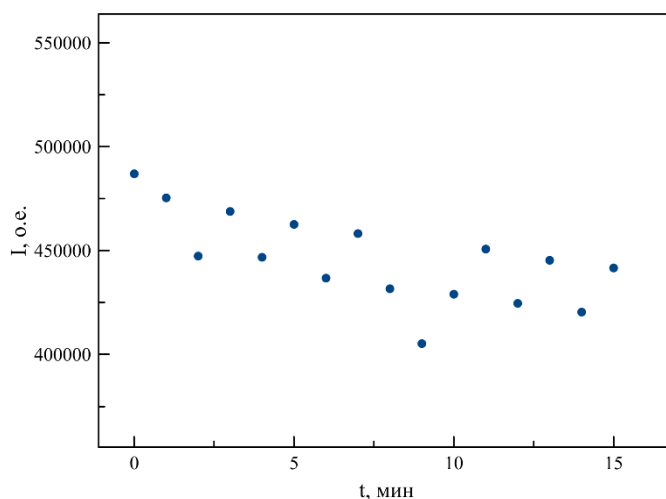


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности люминесценции нанокластера от длительности воздействия света.

Следующей частью исследования являлось определение влияния рН среды. Для этого к кластерам постепенно добавляли раствор гидроксида натрия (NaOH) или раствор азотистой кислоты (HNO₃). После чего измерялись спектры люминесценции. Как можно заметить, интенсивность при добавлении щелочи стабильно снижается (рис. 3).

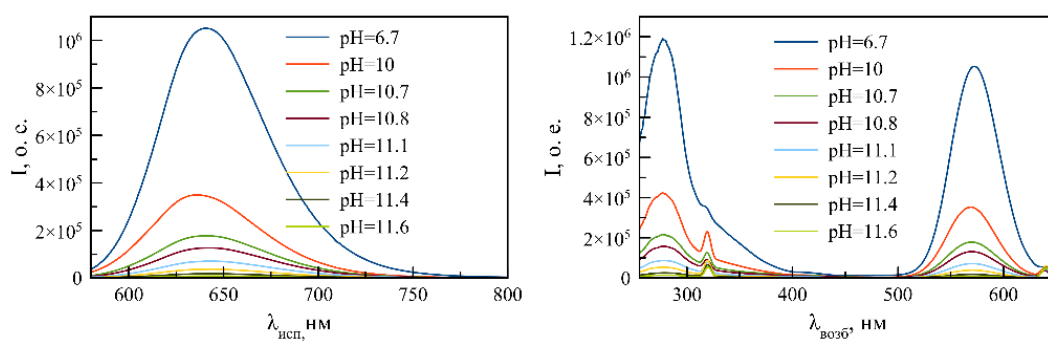


Рисунок 3 – Спектры люминесценции комплексов серебряных нанокластеров с ДНК (зависимость от значения pH): слева спектр испускания, справа спектр возбуждения

Аналогичное поведение наблюдается и при добавлении кислоты (рис. 4).

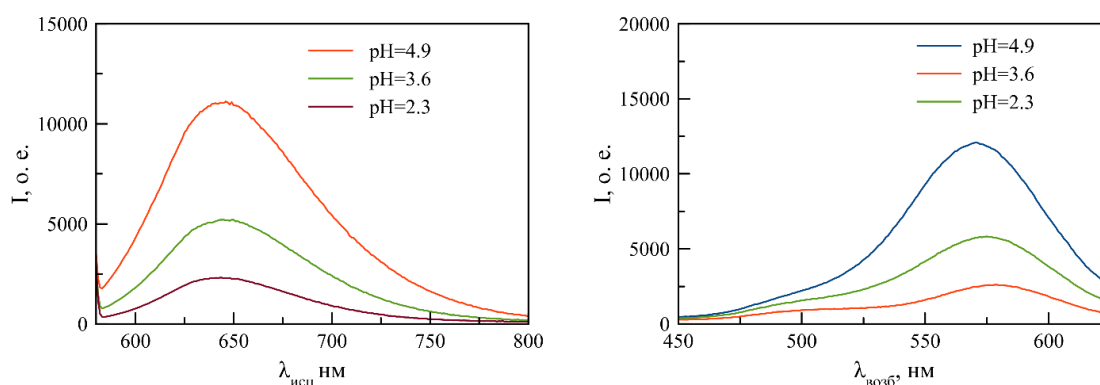


Рисунок 4 – Спектры люминесценции комплексов серебряных нанокластеров с ДНК (зависимость от значения pH): слева спектр испускания, справа спектр возбуждения

Таким образом, из результатов работы первой части следует, что облучение влияет на стабильность кластеров в растворе, а, значит, эту зависимость стоит учитывать при синтезе кластеров, изучении других факторов и помещении структур в живые системы. По результатам второй части исследования можно сделать вывод, что структура нанокластеров нарушается при повышении или уменьшении pH, а значение интенсивности люминесценции максимально при нейтральном значении pH. Это говорит о том, что при исследованиях *in vivo* нужно стабилизировать комплексы серебра с ДНК. Различные способы стабилизации могут быть исследованы и доработаны в дальнейшей работе.

Список использованных источников:

- [1] Palmal, S. & Jana, N. R. Gold nanoclusters with enhanced tunable fluorescence as bioimaging probes: Gold nanoclusters with enhanced tunable fluorescence. *WIREs Nanomed Nanobiotechnol* 6, 102–110 (2014).
- [2] Guo, W., Yuan, J. & Wang, E. Oligonucleotide-stabilized Ag nanoclusters as novel fluorescence probes for the highly selective and sensitive detection of the Hg²⁺ ion. *Chem. Commun.* 3395 (2009).
- [3] Petty, J. T. *et al.* Optical Sensing by Transforming Chromophoric Silver Clusters in DNA Nanoreactors. *Anal. Chem.* 84, 356–364 (2012).

Исследование необычного поведения капли смеси жидкостей

Старцева А.С.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Конашук А.С., канд. физ.-мат. наук, старший преподаватель Физического факультета СПбГУ

Если поместить каплю водной смеси (например, вода+спирт) на поверхность гидрофобной жидкости (например, растительное масло), то капля может разбиться на меньшие капли. Причины этого явления: разница сил поверхностного натяжения (градиент поверхностного натяжения), высокая испаряемость спирта, а также то, что форма капли - наиболее энергетически выгодное состояние для жидкости.

Цель исследования заключалась в том, чтобы выявить существенные параметры указанного явления и определить, как они влияют на поведение капли.

Используемые материалы для экспериментов: этиловый спирт,

изопропиловый спирт, дистиллированная вода, краситель, растительное масло, пипетки, сосуды, с разной высотой стенок.

В ходе работы были сделаны следующие выводы:

Существенными параметрами являются:

- Коэффициенты поверхностного натяжения на границах: смеси вода+спирт и воздуха, вода+спирт и масло, масло и воздуха;
- Концентрация спирта в смеси;
- Интенсивность испарения спирта;
- Температура смеси;
- Толщина слоя масла;
- Начальная высота, с которой падает капля;
- Высота стенок сосуда;

Экспериментально было установлено и после объяснено следующее:

- чем больше концентрация спирта, тем больше количество получившихся капель;
- чем больше концентрация спирта, тем больше время распада капли;
- чем больше концентрация спирта, тем меньше размер получившихся капель;
- чем толще слой масла, тем быстрее происходит явление;
- чем выше стенки сосуда, тем медленнее происходит явление.

Результаты исследования также позволили составить графики зависимости влияния существенных параметров на поведение капли и определить пограничную концентрацию спирта, по достижении которой, явление наблюдаться не будет.

Список использованных источников:

- [1] Поверхностное натяжение. // Wikipedia. – Режим доступа:
URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Поверхностное_натяжение
- [2] Турнир Юных Физиков. // Задачи 2021г. // 10. Взрыв капли. //
– Режим доступа: URL: <https://iypt.ru/задачи/2021/10-взрыв-капли/>
- [3] Эффект Марангони (Марангони – Гиббса) // Wikipedia. –
Режим доступа: URL:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%B8
- [4] Vernay, Clara & Ramos, Laurence & Ligoure, Christian. (2015).
Bursting of Dilute Emulsion-Based Liquid Sheets Driven by a Marangoni
Effect. Physical Review Letters. 115. 10.1103/PhysRevLett.115.198302. –
Режим доступа: URL: <https://iypt.ru/wp-content/uploads/2021/09/Bursting-of-Dilute-Emulsion-Based-Liquid-Sheets-Driven-by-a-Marangoni-Effect.pdf>

**Исследование явления гидравлического прыжка на
плавающем диске с отверстием в центре**

Титова Е.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Конашук А.С., канд. физ.-мат. наук,
старший преподаватель Физического факультета СПбГУ

Есть задача: если поместить металлический диск с отверстием в центре в сосуд с водой, то он утонет. Но если в центр диска направить вертикально струю воды, то его можно удерживать на плаву. Объясните это явление и исследуйте, как оно зависит от существенных параметров.

На основе условия данной задачи было проведено исследование, касающееся параметров гидравлического прыжка, способного удерживать на плаву металлический диск с отверстием в центре и без него. Целью настоящей работы было изучить, от каких параметров диска и струи воды, направленной в центр диска, зависит высота гидравлического прыжка, который способен данный диск удержать, а также оценить вклад в высоту гидравлического прыжка явления аэрации воды под диском, которое появляется, если в диске есть центральное отверстие.

Метод: удержание диска струей воды в аквариуме. Регистрация высоты гидравлического прыжка при помощи видеосъемки и дальнейшего анализа видео.

Материалом послужили диски из жести без центрального отверстия, диски из жести с центральным отверстием.

Результат: выведенная теоретически через второй закон Ньютона высота гидравлического прыжка совпала с экспериментальной.

$h = (F_H + mg) / (\rho g \pi R^2)$, где h – высота гидравлического прыжка,

F_H – сила напора струи воды,

mg – сила тяжести, действующая на диск,

$\rho g \pi R^2$ – сила гидростатического давления на диск, поделенная на высоту гидравлического прыжка.

Отсюда мы сделали вывод, что данной формулой можно описать высоту гидравлического прыжка на плавающем диске.

Далее мы экспериментально определили высоту гидравлического прыжка для дисков с отверстием в центре и обнаружили, что её значение меньше ожидаемой теоретически. Отсюда мы сделали вывод о существовании дополнительной силы под диском, связанной с

появлением отверстия в центре.

Пронаблюдав явление, мы обнаружили, что струя насыщает воздухом воду под диском, и всплывающие пузырьки воздуха воздействуют на диск снизу вверх. Это аэрация струей водной массы под диском. С учетом силы аэрации под диском (найденной экспериментально для некоторых скоростей струи) в уравнении баланса сил теоретические расчеты сошлись с экспериментальными данными, подтвердив предположение о значении вклада в высоту гидравлического прыжка явления аэрации под диском.

$$h = (F_n + mg - F_A) / (\rho g \pi R^2),$$
 где F_A – сила аэрации струи под диском, найденная экспериментально

На основании полученных данных можно предположить, что силу аэрации под диском можно вычислить, зная высоту гидравлического прыжка, способного данный диск удержать. Также можно рассуждать о том, какими характеристиками должен обладать гидравлический прыжок, который способен удерживать на плаву диски определенной массы и радиуса.

Список использованных источников:

- [1] Гидравлический прыжок. // Wikipedia. – Режим доступа: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/гидравлический_прыжок
- [2] Турнир Юных Физиков. // Задачи 2021г. // 4. Непотопляемый диск. // – Режим доступа: URL: <https://iypt.ru/wp-content/uploads/2021/09/Непотопляемый-диск.pdf>
- [3] Лузин А.Н. Демонстрация одного парадокса гидродинамики. Сибирский физический журнал. – 1995. – №1 – Режим доступа: URL: <https://iypt.ru/wp-content/uploads/2021/09/Демонстрация-одного-парадокса-гидродинамики-1995.pdf>

[4] Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика для углубленного изучения. Том 1. Механика. – 2004.

Изучение гидродинамики свободно падающей струи жидкости на примере водной спирали

Трофимов Д.С.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научные руководители: Иванов М.С., Конашук А.С., канд. физ.-мат. наук, ст. преподаватель физического факультета СПбГУ., Котова О.А., Сокол А.В., преподаватель Академической гимназии им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Струя жидкости, вытекая через небольшое отверстие, может закручиваться в спираль. В данной работе было объяснено это явление и были исследованы условия, при которых струя принимает форму спирали.

Эмпирическим путем было выявлено основное условие, при котором струя принимает форму спирали, – ненулевая перпендикулярная составляющая импульса частиц жидкости. То есть при разложении импульса частиц жидкости на вертикальную и перпендикулярную составляющие в спирали перпендикулярная составляющая ненулевая, в отличие от обычной струи.

Второе условие, а именно условие закрутки, – несжимаемость жидкости. При соблюдении этого условия в узлах спирали образуется динамическая составляющая давления, и ненулевой перпендикулярный импульс, встречаясь с ним, разворачивается, тем самым закручивая всю спираль.

Были составлены уравнения движения частиц жидкости по осям

х и у и на их основе, исходя из физических параметров жидкости и условий запуска спирали, была выведена функция, описывающая форму первого сегмента спирали.

Были выделены параметры, влияющие на поведение спирали:

- начальное значение скорости частиц жидкости
- коэффициент поверхностного натяжения жидкости
- изначальное направление вектора импульса частицы жидкости

при запуске спирали.

Влияние этих параметров было оценено с помощью выведенной функции и проверено серией экспериментов для каждого параметра отдельно.

Список использованных источников:

[1] Lord Rayleigh. On the capillary phenomena of jets. – 1879. - The Royal Society of London and JSTOR. – Режим доступа: URL: <https://iypt.ru/wp-content/uploads/2021/09/On-the-capillary-phenomena-jets.pdf>

[2] John W.M. Bush and Alexander E. Hasha. On the collision of laminar jets: fluid chains and fishbones. // J. Fluid Mech. vol. 511 – Cambridge University Press, 2004. – с. 285-310. – Режим доступа: URL: <https://iypt.ru/wp-content/uploads/2021/09/On-the-collision-of-laminar-jets.pdf>

[3] André Bakker. Lectures on Applied Computational Fluid Dynamics. USA, 2008. – Режим доступа: URL: <https://bakker.org/Lectures-Applied-CFD.pdf>

СЕКЦИЯ ХИМИИ

Реакции циклоприсоединения в синтезе *N,O*-содержащих гетероциклов

Арапова П.А., Хашимова Д.Д.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Ефремова М.М., канд. хим. наук, ст.
преподаватель Института химии СПбГУ

Реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения нитрилоксидов к алкенам являются одним из основных методов синтеза изоксазолинов – пятичленных гетероциклических соединений, содержащих в составе 2 гетероатома – азот и кислород – и двойную связь. Многие представители изоксазолинов, а также их производные, обладают высокой биологической активностью, благодаря чему эти соединения нашли широкое применение в фармацевтике. Это делает изучение как самих изоксазолинов, так и реакций их получения актуальной задачей.

Целью работы является исследование региоселективного характера реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения нитрилоксидов к *N*-аллилмалеимиду.

Задачи проекта:

1. Рассмотреть строение и свойства нитрилоксидов.
2. Ознакомиться с особенностями перициклических реакций в целом и реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения в частности.
3. Синтезировать исходные соединения: малеимид и хлороксимы.
4. Провести реакции циклоприсоединения.
5. Установить строение полученных аддуктов.

Практическая составляющая работы включает в себя две части: синтез исходных соединений, хлороксима и малеимида, и проведение реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения нитрилоксидов,

получаемых *in situ* из соответствующих хлороксимов, к *N*-аллилмалеимиду. Итогом проделанной работы стало получение нескольких ранее не описанных в литературе изоксазолинов, строение которых устанавливали с помощью данных ЯМР-спектроскопии на ядрах ^1H и ^{13}C .

Кроме того, было установлено, что рассмотренные реакции циклоприсоединения нитрилоксидов к *N*-аллилмалеимиду проходят региоселективно по эндоциклической двойной связи. Региоселективность реакции можно объяснить тем, что данная двойная связь более активна в реакциях циклоприсоединения за счёт активирующего влияния двух акцепторных заместителей.

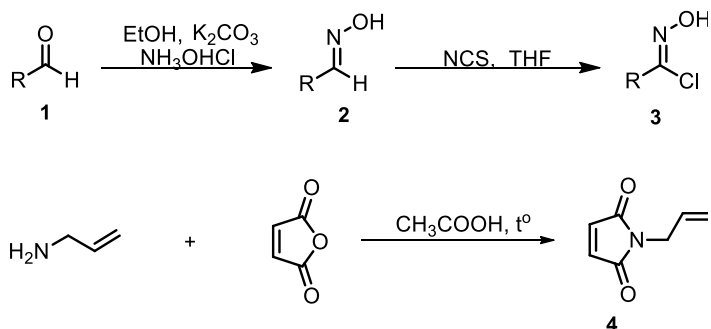


Рис.1. Схема синтеза исходных соединений

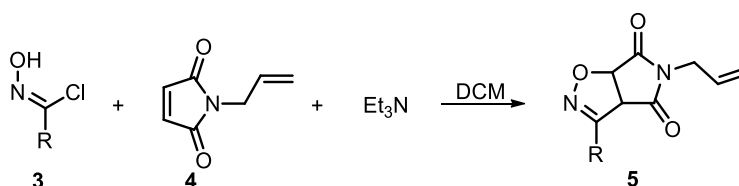


Рис.2. Схема реакции 1,3-дипольного циклоприсоединения

Авторы проекта выражают благодарность Образовательному центру «Сириус» и Научному парку СПбГУ.

Список использованных источников:

[1] Органическая химия: в 4-х частях/О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – 726 с. – М.: Лаборатория знаний, 2011.

[2] G. Grigor'ev, "Nitrones" in Nitrile Oxides, Nitrones and Nitronates in Organic Synthesis, A John Wiley and Sons Inc. Publication. 2007, 129–435.

[3] J. Liao, L. Ouyang, Q. Jin, J. Zhang, R. Luo J. Org. Biomol. Chem. 2020, 18, 4709–4716.

Эффект со-легирования лютеция и гадолиния на структуру и люминесцентные свойства наночастиц $\text{NaYF}_4: \text{Sm}^{3+}, \text{Gd}^{3+}/\text{Lu}^{3+}$

Бетина А.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Мерещенко А.С., д-р хим. наук, доцент
Института химии СПбГУ

Разработка наноматериалов является одним из важнейших, быстро развивающихся научных направлений. Одной из потенциальных областей применения наноматериалов является неинвазивная диагностика живых тканей: люминесцентная визуализация, магнитно-резонансная и позитронно-эмиссионная томография, а также создание таргетных радиофармпрепаратов и препаратов для фототермической терапии для лечения опухолей. Наиболее широко для этих целей изучаются гибридные неорганические функциональные наноконпозиты, в составе которых содержатся редкоземельные элементы. Поэтому важно изучить зависимость интенсивности свечения и размера частиц от состава таких материалов. В работе мы изучили зависимость этих параметров в наночастицах NaYF_4 , легированных Sm^{3+} , где иттрий также был частично заменен Gd^{3+} и Lu^{3+} .

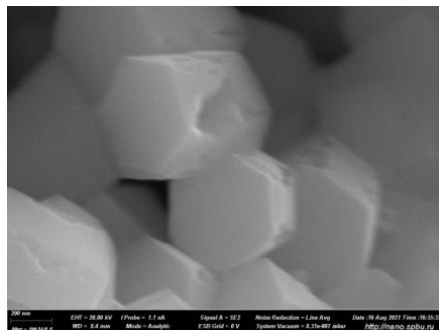


Рис.1. SEM-изображение образца $\text{NaY}_{0.98}\text{Sm}_{0.02}\text{F}_4$.

152

Научно-практическая конференция. СЕКЦИЯ ХИМИИ.

вещества», «Рентгенодифракционные методы исследования», «Вычислительный центр», «Магнитно-резонансные методы исследования». Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных МД-1191.2022.1.3.

Одновременное определение аминокислот, органических кислот и углеводов методом капиллярного электрофореза с косвенным детектированием в природных объектах

Герасименко Е.А.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Бессонова Е.А., канд. хим.наук, доцент;
Карпицкий Д.А.; Карцова А.А., д-р хим. наук, профессор Института химии СПбГУ

Определение биологически активных веществ (*органические кислоты, аминокислоты и углеводы*) – важная аналитическая задача в различных областях науки и промышленности (клинические исследования, фармацевтика, сельское хозяйство, пищевая промышленность и др.). Так, аминокислоты и органические кислоты характеризуют пищевую ценность продуктов питания и в то же время служат биохимическими маркерами стресса у растений или в случае эндокринных заболеваний человека. Содержание углеводов (*глюкоза, фруктоза, лактоза*) необходимо контролировать как в продуктах питания, так и в биологических образцах. Зачастую для характеристики природных объектов требуется проводить несколько анализов при определении каждой группы аналитов, что время- и

ресурсозатратно. Поиск подходов одновременного определения этих биологически активных веществ (БАВ) весьма актуален. Метод капиллярного электрофореза (КЭ) обладает рядом достоинств для анализа высокополярных БАВ, а введение в фоновый электролит различных модификаторов (циклодекстрины, поверхностно-активные вещества, ионные жидкости) могут обеспечить повышение селективности разделения аналитов за счет дополнительных специфических взаимодействий.

Таким образом, цель исследования – поиск условий одновременного электрофоретического определения аминокислот, органических кислот и углеводов в природных объектах с участием модификаторов.

Изучены возможности разделения определяемых аналитов на модельных системах методом капиллярного зонного электрофореза с применением косвенного детектирования, поскольку у большинства из них отсутствуют хромофорные группы. В качестве поглощающей добавки выбрана бензойная кислота по значению интенсивности поглощения в УФ области и эффективности при разделении аналитов. Разделение проводили в сильнощелочных буферных растворах ($\text{pH} > 12.1$), что связано с необходимостью перевода в анионную форму всех аналитов. Изучены факторы влияющие на селективность разделения аналитов: pH , природа и концентрация фонового электролита, влияние модификаторов (ионных жидкостей на основе имидазолия, мицелл ПАВ) в составе буфера на разделение аналитов. В выбранных условиях показана возможность одновременного определения органических кислот, аминокислот и углеводов в

реальных объектах (мед и зеленый чай).

Выражаем благодарность ресурсному центру СПбГУ «Методы анализа состава вещества» за предоставленное оборудование.

**Изучение профилей полифенолов в различных сортах
чая методом высокоэффективной жидкостной
хроматографии**

Жеребцова М.М.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Бессонова Е.А., канд. хим. наук, доцент;
Карцова А.А., д-р хим. наук, профессор Института химии СПбГУ

Чай — один из самых широко употребляемых напитков в мире. Чайное растение (*Camellia sinensis* L.) родом из Юго-Восточного Китая выращивают примерно в 30 странах мира. В зависимости от степени ферментации чай классифицируют на зеленый, белый, желтый, улун, черный и пуэр. Ежегодно производится около 3 млн. тонн сухого чая, из которых 75% — черный чай, 20% — зеленый чай, 2% — улун, 3% — остальные сорта чая. Несмотря на то, что существует всего два вида чайного растения (*Camellia sinensis* и *Camellia assamica*), каждый из получаемых сортов чая обрабатывается по-разному и имеет уникальный вкус, запах и химический состав. Актуальной задачей является выявление аналитических критериев для классификации сортов чая разных производителей и для контроля качества продукта. Содержание полифенолов служит одним из таких показателей, однако, применяемые методы оценки качества чая предусматривают определение лишь интегральных показателей, что

недостаточно информативно. Перспективным подходом является изучение характеристических профилей компонентов пробы, полученных хроматографическими и электрофоретическими методами.

Таким образом, цель проекта: сравнительный анализ характеристических профилей полифенолов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в образцах зеленого чая различных производителей, поиск и идентификация потенциальных биомаркеров. Объекты исследования: зеленые сорта чая различных производителей (Россия, Япония, Финляндия) и разной степени ферментации (г. Краснодар).

Определение восьми катехинов, галловой кислоты и кофеина проводили методом обращенно-фазовой хроматографии (ОФ ВЭЖХ) с УФ детектированием. В выбранных условиях получены хроматографические профили водных экстрактов образцов чая и идентифицированы определяемые аналиты. Построены градуировочные зависимости для катехинов и определены их концентрации (мг в 1 г сухого чая) в исследуемых образцах. Показано, что увеличение степени ферментации приводит к уменьшению содержания катехинов в экстрактах чая. Установлено, что основные различия между сортами чая разных производителей наблюдаются в содержании галловой кислоты, а также минорных компонентов фенольной природы, которые могут быть потенциальными биомаркерами сортов чая. Для их идентификации проведен анализ экстрактов зеленого чая методом ВЭЖХ с масс-спектрометрическим детектированием. По характерным масс-спектрам, временам

Научно-практическая конференция. СЕКЦИЯ ХИМИИ.

удерживания и спектрам поглощения идентифицированы производные кверцетина и кемпферола (моно-, ди- и тригликозиды), эфиры хинной кислоты и кофейной кислот.

Выражаем благодарность ресурсному центру СПбГУ «Методы анализа состава вещества» за предоставленное оборудование.

Оценка содержания радона в эксплуатируемых зданиях на территории г. Москвы

Кузнецова В.С.
ФГБОУ ВО «МПГУ», Лицей МПГУ

Научный руководитель: Морозова Е.Л., учитель физики и астрономии ФГБОУ ВО «МПГУ», Лицей МПГУ

В настоящее время участились случаи заболевания онкологией лёгких, одна из основных причин - длительное дыхание воздухом, насыщенным радоном. В связи с уплотнением городской застройки, здания начинают строить на земле производственного назначения и на заболоченной местности, но проводится всего два измерения концентрации радона: перед началом строительства, и при сдаче объекта. Учитывая эти факторы необходимо произвести мониторинг концентрации радона.

Радон – радиоактивный инертный газ, имеющий 3 основных изотопа (радон, торон, актинон). Самый распространённый изотоп - ^{222}Rn с периодом полураспада 3,82 суток. Единственный стабильный дочерний продукт - ^{206}Pb . Продуктами распада радона также являются изотопы полония и изотопы висмута. Единственный радиоактивный

дочерний продукт – полоний.

В здание радон попадает, как из естественных источников (например, из грунта, на котором стоит здание, из открытых близлежащих водоемов), так и из искусственных (например, из строительных материалов, водопроводной воды). Большое влияние может оказывать историческое размещение объекта (например, полигоны ТКО, промышленные предприятия, бывшие поля аэрации).

60% получаемого годового радиационного облучения составляет радон. При распаде альфа-частицы обжигают поверхность легких и дыхательных путей. Множество таких ожогов может спровоцировать рак легких.

Большое внимание радоновой проблеме уделяет всемирная организация здравоохранения. По венскому соглашению, принятому ВОЗ в 2014 году, концентрация радона в воздухе помещения не должна превышать 100 Бк/м³. Для новостроек рекомендована концентрация, не превышающая 50 Бк/м³, согласно отчету Британского Агентства здравоохранения “Радон и здоровье населения“ [НРА, 2009].

Существует три основных способа сбора проб для определения концентрации радона в воздухе (сорбция с помощью активированного угля, сорбция с помощью фильтра, электростатическое осаждение), наиболее точным считается метод электростатического осаждения радона и продуктов его распада. По этой причине был выбран дозиметр семейства RADEX, модель - MR107+.

Для проведения измерения радона на местности были выбраны 11 объектов. Здания были разделены на две группы. Критерии, по

которым вносились данные: год постройки, гидрологические особенности местности, место проведения измерения (этаж здания). В первую группу входили здания, расположенные в местности со сложными гидрологическими условиями и на месте бывшей промышленной зоны и полигона ТКО, а во вторую – здания на благоприятной для жизни местности.

Влияющими факторами на содержание радона в воздухе будут являться гидрологические особенности местности и возраст постройки, так как ранее в строительстве активно использовали породы магматического происхождения и фосфогипс.

В результате комплекса проведенных измерений, установлено, что наибольшее влияние на концентрацию радона оказывает заболоченность местности и постройка на территории бывшего полигона ТКО.

При сравнении результатов измерений в основной и контрольной группах зависимости содержания радона в воздухе от возраста постройки не обнаружено.

Для минимизации содержания радона в воздухе необходимо провести комплекс мероприятий: поддержание вентиляции в рабочем состоянии, особенно подвальных и нижних этажей; регулярное проветривание, особенно в отопительный сезон; проведение систематического мониторинга в домах, расположенных в неблагоприятной местности.

Список использованных источников:

[1] Всемирная организация здравоохранения. – Режим доступа: [электронный ресурс]. – <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/radon-and-health>

[2] Жульвский М.В., Ярмошенко И.В. Радон: измерения, дозы, оценка риска. Екатеринбург, УрО РАН, 1997

[3] Киселев С.М., Жуковский М.В., Стамат И.П., Ярмошенко И.В. Радон: от фундаментальных исследований к практике регулирования. / Москва: изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2016. -432с.

[4] Кононенко Д.В., Кормановская Т.А. Проблема оценки радиационных рисков населения Российской Федерации при облучении радоном. – Радиационная гигиена, 2013, т. 6, №1, с. 31-37

[5] Нормы радиационной безопасности НРБ – 99/2009. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523 – 09

**Синтез сольватов бромида и иодида кадмия с
диметилсульфоксидом и расчёт энергии их кристаллических
решёток**

Лихачев Л.С.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Богачёв Н.А., канд. хим. наук, ст.
преподаватель; Глухоедов Н.А., студент 3-го курса, ФГБОУ ВО
СПбГУ

Цель работы — синтезировать сольваты йодида и бромида кадмия с диметилсульфоксидом и рассчитать энергии их кристаллических решеток.

Энергия кристаллической решетки является важной термодинамической величиной. Существующие теоретические методы ее расчета не всегда могут быть одинаково используемы для

соединений различного состава и строения [1]. Для некоторых соединений сложного состава, например, содержащих комплексные ионы, такой теоретический расчет сложен и может приводить к большой погрешности в значениях рассчитанных величин. В таком случае становится необходимым поиск экспериментального пути определения энергий. Один из таких подходов — калориметрический эксперимент, позволяющий получить набор необходимых термодинамических данных для последующего расчета энергии кристаллической решетки через цикл Борна-Габера. Данная работа является частью систематического исследования строения кристаллосольватов переходных металлов и его связи с энергиями кристаллических решеток таких соединений. Для расчета энергии кристаллической решетки сольватов бромида и иодида кадмия с диметилсульфоксидом использован метод Дженкинса [2], который самим автором метода использовался только для гидратов солей. Использование этого подхода для сольватов, содержащих органический растворитель, представляет актуальный интерес в области материаловедения и кристаллохимии. Для проведения расчетов по этому методу в работе впервые определены теплоты растворения, энтальпии образования и энергии кристаллической решетки сольватов иодида и бромида кадмия с диметилсульфоксидом (DMSO). Методом рентгеноструктурного анализа показано, что эти сольваты имеют подобное строение, и их кристаллическая решетка представлена двумя комплексными ионами: катион состава $[\text{Cd}(\text{DMSO})_6]^{2+}$, и анионы состава $[\text{CdI}_4]^{2-}$ и $[\text{CdBr}_4]^{2-}$ соответственно, что позволяет провести анализ влияния природы атомов галогенов в составе анионов на различие в энергиях решеток обоих соединений.

Согласно методу Дженкинса, расчет энергии кристаллической решётки проводили для процесса:



где Hal — атом иода или брома.

Список использованных источников:

[1] К. Б. Яцимирский «Термохимия комплексных соединений», Москва, 1951 г.

[2] H.D.B. Jenkins, L. Glasser. *Inorganic Chemistry*, 2002, 41(17), 4378–4388.

Синтез diaзосоединения и знакомство с его свойствами

Николаева А.А.

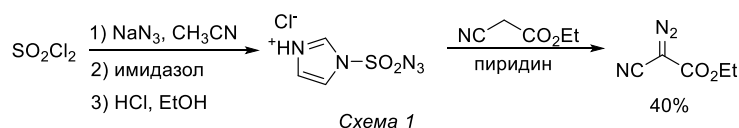
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Ростовский Н.В., канд. хим. наук,
доцент Института химии СПбГУ; Филиппов И.П., аспирант

Диазосоединения — это органические соединения с общей формулой $\text{R}_1\text{R}_2(\text{C})=\text{N}_2$, в состав которых входит диазогруппа. Они широко используются в лабораторном органическом синтезе в виду разнообразия их реакционной способности. Например, диазосоединения реагируют с гидроксильной группой карбоновых кислот и фенолов, взаимодействуют с кетонами и альдегидами, образуя оксираны. Эти и многие другие свойства делают диазосоединения ценными реагентами для химиков-синтетиков. Диазосоединения используются и для биологических исследований, например, для модифицирования белков и нуклеиновых кислот [1].

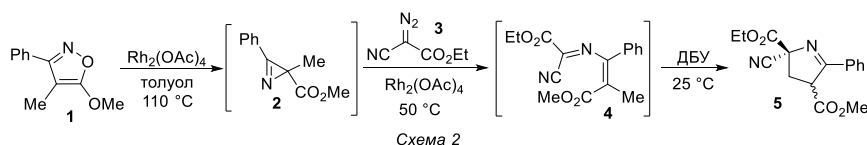
Целью данной работы был синтез представителя класса диазосоединений, этил 2-циано-2-диазоацетата, и изучение его реакции с 2*H*-азирином.

Синтез диазосоединения **2** осуществлялся в четыре стадии (схема 1): (1) реакция хлористого сульфурила с азидом натрия; (2) реакция имидазола с сульфониазидом; (3) реакция имидазол-1-сульфониазида с хлороводородом; (4) реакция этилового эфира цианоуксусной кислоты с полученным гидрохлоридом имидазол-1-сульфониазида в качестве диазопереносчика.



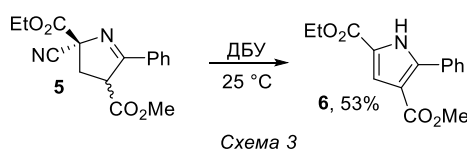
Одним из важнейших свойств диазосоединений является их способность образовывать карбены при катализе комплексами переходных металлов, например Rh(II). Известно, что карбеноиды способны реагировать с 2*H*-азиринами, образуя 2-азабута-1,3-диены, которые могут циклизоваться в различные гетероциклические соединения [2]. Ранее было показано, что 4-алкил-2-азабута-1,3-диены в основных условиях вступают в 1,5-циклизацию с образованием 1-пирролинов [3]. Производные 1-пирролина обладают разнообразной биологической активностью и являются важными объектами медицинской химии.

Для демонстрации свойств этил 2-циано-2-диазоацетата **3** была проведена его реакция с 2*H*-азирином **2**. Полученный азабутадиен **4** планировалось превратить в соответствующий 1-пирролин **5** в основных условиях (в качестве основания — ДБУ — 1,8-диазабицикло[5.4.0]ундец-7-ен) (схема 2):



Синтез 2*H*-азирина **2** осуществлялся с помощью изомеризации 3-фенил-5-метокси-4-метилизоксазола **1** (схема 2) [4].

В результате исследования было выяснено, что 1-пирролин **5**, содержащий циано-группу, может быть получен лишь с выходом в 6%. Основным продуктом реакции (выход 53%) является пиррол **6**, образующийся в результате отщепления молекулы циановодорода от 1-пирролина **5** (схема 3):



Таким образом, в ходе данной работы были синтезированы такие соединения, как имидазол-1-сульфонилазид и этил 2-циано-2-диазоацетат с выходом 40%, а также проведена его Rh(II)-катализируемая реакция с 2*H*-азирином. В качестве основного продукта реакции был получен 2-этил-4-метил-5-фенил-1*H*-пиррол-2,4-дикарбоксилат с выходом 53%. Строение полученных соединений было подтверждено с помощью ^1H и ^{13}C ЯМР спектроскопии. Планируется изучение антибактериальной активности продукта реакции.

Список использованных источников:

- [1] K.A. Mix, M.R. Aronoff, R.T. Raines *ACS Chem. Biol.* **2016**, *11*, 3233.
- [2] I.P. Filippov, M.S. Novikov, A.F. Khlebnikov, N. V. Rostovskii. *Eur. J. Org. Chem.* **2020**, *19*, 2904.
- [3] Филиппов И. П. Магистерская диссертация. Санкт-Петербург, 2021 г.
- [4] N.V. Rostovskii, A.V. Agafonova, I.A. Smetanin, M.S. Novikov, A.F. Khlebnikov, J.O. Ruvinskaya, G.L. Starova, *Synthesis* 2017, *49*, 4478.

Высокоэффективные экологические полимерно-неорганические сорбенты с антибактериальной активностью для очистки сточных вод

Огиль А.Е.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Осмоловская О.М., канд. хим. наук,
доцент кафедры ОиНХ Института химии СПбГУ

В настоящее время высокий темп загрязнения природных вод носит серьезный характер, угрожая здоровью человечества. Индустриализация общества порождает все большее количество загрязнителей, таких как: органические красители, микроорганизмы и антибиотики.

Старые очистные сооружения не полностью справляются с очисткой воды, в связи с чем сбрасывают недостаточно очищенные воды в окружающую среду.

В связи с этим возникает потребность в современных методах

очистки. Один из наиболее эффективных способов устранения органических загрязнителей базируется на использовании сорбентов, к которым предъявляются следующие требования: экологичность и биосовместимость. В настоящее время существуют сорбенты, которые не способны справляться одновременно с несколькими загрязнителями природы.

Целью данной работы стало создание multifunctional материала для экологичной очистки сточных вод.

Задачи:

1. Создание композита, проявляющего антибактериальные и сорбирующие свойства одновременно.
2. Простой процесс синтеза
3. Проведение анализа природы компонентов композита на его характеристики.

Для обеспечения антибактериального действия мы использовали наночастицы серебра, полученные методом полиольного синтеза с различным составом поверхности.

Для выраженного сорбционного действия мы использовали наночастицы бемита, которые были получены методом гидротермального синтеза.

Композиты были приготовлены из: альгината натрия – органический компонент, наночастиц серебра – неорганический компонент, наночастиц бемита – неорганический компонент, CaCl_2 (первая серия – 10% и вторая серия – 20% от массы полимера) – сшиватель. Растворы смешивали, выливали в форму и фиксировали структуру в жидком азоте, а затем лиофильно удаляли воду.

Для изучения сорбционной способности композита его помещали в растворы красителей родамина и метиленового голубого и выдерживали в течении длительности времени.

Антибактериальные действия композитов были исследованы на примере бактерий *E.coli* разведением в агаре.

В ходе данного проекта показана возможность получения дешевых (15 р. – компонент) и эффективных сорбентов. Изучено сорбционное поведение полученных композитов в растворах красителей родамина (RhG В) и метиленового голубого (MB) разных концентраций. Оптимальные результаты показали образцы Ag@PEG300 эффективность сорбции составляет 58% за 68 минут (RhG) и и Ag@PEG3000 35% за 14 минут (MB). Изучено антибактериальное действие композитов на бактерии *E.coli*. Лучший результат показал образец Ag@PEG300 (53% за 2 часа).

Список использованных источников:

[1] Yang, J., Zheng, H., Han, S., Jiang, Z., & Chen, X.. The synthesis of nano-silver/sodium alginate composites and their antibacterial// RSC Advances p. 2378-2382 2015

[2] Kubyshkin, A., & Chegodar, D. Antimicrobial Effects of Silver Nanoparticles Stabilized in Solution by Sodium Alginate// Biochemistry & Molecular Biology Journal 2016

[3] Zhao, X., Wang, X., & Lou, T. Preparation of fibrous chitosan/sodium alginate composite foams for the adsorption of cationic and anionic dyes// Journal of Hazardous Materials 2020

[4] Mayadevi Suseeladevi, Sajeena Beevi B, Sujata Mandal. Layered

Clay-Alginate Composites for the Adsorption of Anionic Dyes: A Biocompatible solution for Water/Wastewater Treatment// Journal of water Resources and protection p. 177-184 2014

[5] Abou-Zeid, R. E., Awwad, N. S., Nabil, S., Salama, A., & Youssef, M. A. Oxidized alginate/gelatin decorated silver nanoparticles as new nanocomposite for dye adsorption// International Journal of Biological Macromolecules 2019.

[6] Jeon, Y. S., Lei, J., & Kim, J.-H. Dye adsorption characteristics of alginate/polyaspartate hydrogels// Journal of Industrial and Engineering Chemistry p. 726-731 2008

Влияние времени и температуры синтеза на состав и свойства металл-органических каркасных структур на основе терефталата меди

Ребогов М.А., Синников Н.Р.
Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Скрипкин М.Ю., канд. хим. наук,
доцент Института химии СПбГУ

В настоящее время достаточно активно ведётся изучение металлорганических каркасных структур, синтез которых позволяет получать материал с необходимым размером пор. За последнее десятилетие синтезировано и описано более 20 тыс. различных МОК, изучается влияние различных факторов на состав этих молекул: времени, температуры синтеза, растворителя, природы реагентов. Это позволяет варьировать свойства МОК и определять наиболее оптимальные условия для эффективного синтеза [1].

МОК представляют из себя координационные полимеры, металлоцентры которых связаны с полидентатными органическими лигандами – линкерами. Вариативность состава (в качестве металлоцентра могут выступать ионы различных металлов, линкера – большое количество полидентатных органических лигандов, возможна координация растворителя к металлоцентру) определяет широкий спектр их применения. Например, $[\text{Cu}(\text{tpa})]_n$, tpa — 1,4- $\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_4$, обладающий большой площадью поверхности, может использоваться для разделения и хранения газов [2], другие медные МОК могут использоваться в качестве катализаторов.

Основным методом получения МОК является сольвотермальный синтез, который длится от нескольких часов до нескольких недель. Он осуществляется при температуре кипения растворителя или выше неё в закрытом химическом реакторе (автоклаве) при повышенном давлении, которое возникает из-за паров растворителя. Важным преимуществом этого метода является возможность контролировать условия синтеза на всех его стадиях, что позволило получить с его помощью множество МОК [1].

В ходе анализа литературы мы заметили, что в двух статьях авторы синтезировали МОК сольвотермальным путём при температурах 120°C [2] и 150°C [3] в DMF из одинаковых реагентов и получали разные продукты: $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{DMF})]_n$ и $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{NHMe}_2)_2]_n$ соответственно. Мы выдвинули гипотезу, что образование $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{NHMe}_2)_2]_n$ проходит через стадию образования $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{DMF})]$. В методике синтеза $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{NHMe}_2)_2]_n$ указано его время — 48 часов. В проведённых впоследствии исследованиях было

экспериментально установлено, что этот продукт образуется уже при 24 часах; кроме того, было показано, что данный продукт образуется и при выполнении синтеза в DMA. В связи с этим была задумана работа, целью которой стало рассмотреть влияние изменения времени и температуры синтеза на состав медных МОК в разных растворителях: DMF и DMA. Были проведены синтезы при температурах 100-140°C при стандартном времени синтеза (36 часов), а также 2 серии синтезов (с DMF и DMA) по 6, 9, 15 и 18 часов при 150°C (влияние времени синтеза на состав продуктов при 120°C было изучено ранее).

Состав получившихся в результате синтезов продуктов был установлен с помощью рентгенофазового анализа. Показано, что соединение $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{DMF})]_n$ образуется при времени синтеза 36 часов в интервале температур 100-140°C (при этом начиная с температуры 130°C появляются свидетельства образования $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{NHMe}_2)_2]_n$), в то время как комплекс $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{DMA})]_n$ устойчив в интервале 100-120°C.

Установлено, что при синтезе в DMF в течение 6, 9, 15 и 18 часов получался $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{DMF})]_n$, в то время как $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{NHMe}_2)_2]_n$ не успевал образовываться; при синтезе в DMA в течение 6, 9, 15 и 18 часов МОК $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{NHMe}_2)_2]_n$ также не образовывался, установить состав полученного продукта по результатам РФА не удалось.

Таким образом, определены температурные границы формирования $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{amide})]_n$. Показано, что образование $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{NHMe}_2)_2]_n$ идёт через стадию образования $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{DMF})]_n$:

время синтеза непосредственно влияет на образование $[\text{Cu}(\text{tpa})(\text{NHMe}_2)_2]_n$, которое происходит в промежутке времени от 18 до 24 часов.

Список использованных источников:

[1] Путь в профессию: методические указания к выполнению исследовательских проектов школьников. / В. Н. Михайлов, Н. В. Ростовский, М. А. Пешкова, О. Ю. Курапова, Е. А. Бессонова, С. С. Савинов, И. И. Тумкин, М. Ю. Скрипкин, Н. А. Богачев, И. В. Копаничук; под ред. д-ра хим. н., проф. А. А. Карцовой. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019.

[2] Cantwell G. Carson, Kenneth Hardcastle, Justin Schwartz, Xiaotao Liu, Christina Hoffmann, Rosario A. Gerhardt, and Rina Tannenbaum. Synthesis and Structure Characterization of Copper Terephthalate Metal–Organic Frameworks *Eur. J. Inorg. Chem.* 2009, 2338–2343.

[3] Samuel M. Hawxwell and Lee Brammer. Solvent hydrolysis leads to an unusual Cu(II) metal–organic framework. *CrystEngComm*, 2006, 8, 473–476.

Влияние имидазолиевых ионных жидкостей на селективность определения стероидов методом микроэмульсионной электрокинетической хроматографии

Смирнова С.В.

Академическая гимназия им. Д.К. Фаддеева СПбГУ

Научный руководитель: Карцова А.А., д-р хим. наук, профессор
Института химии СПбГУ; Москвичев Д.О., магистр.

Стероидные гормоны — диагностические маркеры многих

эндокринных патологий и воспалительных процессов, изменение их концентраций в биологических жидкостях человека связано с такими заболеваниями как сахарный диабет и болезнь Альцгеймера. Они влияют на углеводный обмен, иммунный отклик, стресс. Следует учитывать, что стероидные гормоны используются не только при заместительной лекарственной терапии, но и в качестве допинг-агентов. Таким образом, поиск эффективных методов контроля их содержания в биологических жидкостях крайне актуален. В качестве определяемых аналитов в работе выбраны эстрон, эстриол, эстрадиол, прогестерон и тестостерон; метод определения — электрофоретический. Содержание тестостерона, в существенной степени, характеризует состояние мужского организма, а эстрадиола — женского. Если в составе фоновых электролитов (ФЭ) сформировать дополнительную фазу — мицеллярную или микроэмульсионную — селективность заметно возрастает, а нейтральные аналиты, например, стероидные гормоны, могут быть определены за счет образования заряженных ассоциатов с этими фазами. Для повышения селективности разделения возможны и другие подходы, например введение в ФЭ ионных жидкостей (ИЖ).

Цель данной работы: Выявление роли гидрофобных ионных жидкости (*1-гексил-3-метилимидазолий тетрафторбората и 1-гексил-3-метилимидазолий гексафторфосфата*) в составе микроэмульсии в качестве масла при определении стероидных гормонов (*эстрон, эстриол, эстрадиол, прогестерон и тестостерон*). Получены сравнительные оценочные характеристики разделения стероидов в мицеллярном (мицеллообразующий агент -

додецилсульфат натрия, ДДСН) и микроэмульсионном режиме. Установлено что вариант микроэмульсионной электрокинетической хроматографии (МЭЭКХ) обеспечивает большую селективность разделения. При выборе условий варьировали длину кварцевого капилляра, концентрацию ДДСН, природу и концентрацию гидрофобного агента в составе микроэмульсии, т.н. масла (гексан, этилацетат, ИЖ 1-гексил-3-метилимидазолий тетрафторбората и 1-гексил-3-метилимидазолий гексафторфосфата. В случае применения ионных жидкостей (C_6MImPF_6 и C_6MImBF_4) наблюдалось снижение скорости электроосмотического потока, что может быть обусловлено частичной модификацией отрицательно заряженных стенок кварцевого капилляра положительными имидазолиевыми ионами. Порядок элюирования аналитов сохранился, эффективность возросла и при этом при концентрации ИЖ 5мМ и содержании ПАВ 0.7% удалось решить важную медико-биологическую задачу: разделить все стероидные компоненты, включая важнейшие эстрадиол и тестостерон с высокой селективностью и требуемой эффективностью (200-500 тыс. ТТ).

Выражаем благодарность ресурсному центру СПбГУ «Методы анализа состава вещества» за предоставленное оборудование.