



# СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ ВЕСЕННЕЙ ПРОЕКТНОЙ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ (ВПШ'2025)

10 МАРТА 2025 ГОДА  
[ENANOS.NANOMETER.RU](http://ENANOS.NANOMETER.RU)

ОРГАНИЗАТОРЫ

270 МГУ  
1755  2025



ИНЖЕНЕРНАЯ  
ШКОЛА МГУ



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ИНФОРМАЦИЯ О ВПШ'2025 .....	4
РАСПИСАНИЕ .....	6
10 марта, понедельник.....	6
АННОТАЦИИ РАБОТ ФИНАЛИСТОВ КОНКУРСА «ГЕНИАЛЬНЫЕ МЫСЛИ» .....	10
СЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛЫ И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	10
Двухслойные покрытия на титановых имплантах: варьирование условий нанесения каждого слоя и испытание прочности .....	10
Измерение концентрации и размеров наночастиц методом ультрамикроскопии .....	11
Исследование электрических, оптических, газосенсорных, структурных и фоточувствительных свойств гибридных углерод-кремниевых структур на основе карбина и графена для разработки элементов пассивной и активной электроники нового поколения .....	12
Моделирование взаимодействия ускоренных ионов ксенона и оценка скейлинговых характеристик поверхности политетрафторэтилена .....	13
3Д модель солнечного коллектора прямого поглощения на основе наночастиц.....	14
Нейросетевой метод идентификации кошек по фотоизображению.....	15
Синтез углеродных материалов из биогенных источников для натрий-ионных аккумуляторов .....	16
К вопросу о длительном переохлажденном состоянии галлия .....	17
Синтез нанодисперсных оксидных материалов и исследование их пероксидазоподобной активности на примере наночастиц диоксида церия .....	18
Разработка сенсора для диагностики вирусов методом гигантского комбинационного рассеяния.....	19
СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ» .....	20
Использование трехмерных палеонтологических реконструкций в экологопросветительской деятельности на ООПТ (на материалах палеонаходок из Дюкинского заказника) .....	20
Разработка «умного» пленочного покрытия для контроля свежести мяса птицы на основе агара (смеси агара с альгинатом натрия).....	21
Превращение жира личинок мухи черная львинка в дизельное топливо.....	22
Получение нанопорошков $\text{CeO}_2$ модифицированных $\text{Me}^{2+}$ для защиты полипропиленовых материалов от ультрафиолетового излучения .....	23
Функционализированный материал на основе биопленки <i>Medusomyces gisevii</i> в процессах выращивания коммерчески значимых растительных культур .....	24
Разработка тест-системы для определения растворенного кислорода в воде .....	25
Солнцезащитный спрей для растений с использованием наночастиц оксида цинка .....	26
Сравнительный анализ фотокаталитического наполнителя на свойства быстроразлагающихся полиэтиленов.....	27



Разработка наномодифицированных мембран на основе альгината натрия и полиакрилонитрила с d-металлами для эффективной очистки воды методами первапорации и ультрафильтрации.....	28
Биолюминесцентный экологический мониторинг .....	29
<b>СЕКЦИЯ «БИОХИМИЯ, ФАРМАЦЕВТИКА И МЕДИЦИНА» .....</b>	<b>30</b>
Получение новых водорастворимых карбазол-содержащих фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии .....	30
Оценка возможности получения цианоацетатметакрилата три-пара-толилсурьмы.....	31
Оценка состава БАД и лекарственных средств – пробиотиков по составу микроорганизмов с помощью высокопроизводительного нанопорового секвенирования .....	32
Разработка прототипа системы мониторинга сердечного ритма для сбора данных и последующего анализа электрокардиограммы .....	33
Синтез новых стабильных аналогов S-аденозил-L-метионина: синтез, стабильность и их субстратные свойства .....	34
Синтез новых карбоксилатных 3d, s-комплексов с ортофенилендиамином, исследование строения и биологических свойств .....	35
Модель глутаматной токсичности на клетках нейробластомы SH-SY5Y.....	36
Выявление влияния хитозана различной степени деацетилирования на синтез кордицепина как пуринового алкалоида.....	37
Катионные комплексы Pt(II).....	38
Создание прототипа трёхмерного учебного пособия, иллюстрирующего пространственное расположение структур лимбической системы в мозге человека, методом 3d-печати.....	39
Влияние сахарного диабета 2 типа на экспрессию гена <i>DEFB1</i> у пациентов с кариесом .....	40



## ИНФОРМАЦИЯ О ВПШ'2025

Весенняя Проектная Школа-конференция (ВПШ'2025) организована факультетами Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, входящими в Передовую инженерную школу МГУ, для финалистов конкурса проектных работ школьников «Гениальные мысли» и проводится в дистанционном формате 10 марта 2025 г.

Проектная деятельность школьников является важным шагом на пути эффективной интеграции теоретических знаний и практических навыков, профориентации, комплексного развития личности, формирования нестандартного мышления, умения работать в коллективе и для раннего приобщения к современным достижениям науки и техники.

Основные цели ВПШ – мотивация и вовлечение обучающихся общеобразовательных учреждений в проектную и научно-исследовательскую деятельность, совершенствование современных подходов и практик НИР учащихся, повышение образовательного уровня, развитие творческого потенциала, выявление и поддержка талантливых школьников и педагогов, активно занимающихся образовательными и социальными аспектами подготовки в области химии, физики, математики, биологии, нанотехнологий, биотехнологий, биоинженерии, фармацевтики, медицины в приложении к материалам будущего, распространение и популяризация научных знаний в области высоких технологий.

В 2024/25 учебном году успешно прошел отборочный этап конкурса проектных работ «Гениальные мысли» и приглашен в финал конкурса на ВПШ'2025 31 школьник из 13 субъектов Российской Федерации. По итогам выступлений финалистов будут определены победители и призеры конкурса.

В 2025 году тематики проектных работ финалистов конкурса «Гениальные мысли» разделены на следующие секции:

1. Материалы и высокие технологии.
2. Экология и агротехнологии.
3. Биохимия, фармацевтика и медицина

Мероприятия являются открытыми – присоединиться и заслушать выступления могут все, кто интересуется вопросами развития естественнонаучного образования и проектной деятельности в школе.

Страница ВПШ'2025: [enanos.nanometer.ru/vpsh.html](https://enanos.nanometer.ru/vpsh.html)



Организаторы ВПШ'2025 – **Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (МГУ)** и **Передовая инженерная школа МГУ.**



**Московский  
государственный  
университет**  
имени М.В. Ломоносова

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова – крупнейший классический университет России. Указ о создании университета был подписан императрицей Елизаветой Петровной 24 января 1755 года. Сегодня в Московском университете обучается более 45 тысяч человек из всех регионов страны. МГУ включает в себя 40 факультетов, 15 научно-исследовательских институтов, около 750 кафедр, отделов и лабораторий, Медицинский научно-образовательный центр, Научная библиотека, 5 музеев, Ботанический сад, Научный парк, филиалы в Севастополе, Сарове, Ташкенте, Астане, Баку, Душанбе, Ереване, Копере. МГУ имени М.В.Ломоносова – ведущий научный центр страны, в составе которого сформировались крупные научные школы, работали Нобелевские лауреаты, лауреаты Государственных премий СССР и России. Из 18 Нобелевских лауреатов – наших соотечественников – одиннадцать являлись выпускниками или профессорами Московского университета.

Сайт: [msu.ru](http://msu.ru)



Инженерная школа МГУ создана с привлечением потенциала факультета фундаментальной физико-химической инженерии, биотехнологического факультета, факультета наук о материалах, факультета биоинженерии и биоинформатики и факультета фундаментальной медицины Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Факультетами-партнерами Школы на первом этапе реализации проекта выступают химический, биологический, экономический и другие структурные подразделения Московского университета. В рамках Инженерной школы МГУ планируется подготовка инженеров-исследователей по направлениям: «Фармацевтическая разработка», «Производство лекарственных средств», «Контроль качества лекарственных средств», «Валидация фармацевтического производства», а также инженеров-программистов по направлению «Применение машинного обучения в биологии» (магистерские программы). Также будут реализовываться программы дополнительного профессионального образования по направлениям: «Цифровые и квантовые технологии в медицине и экологии», «Применение высокоинформативных комбинированных методов анализа в биомедицине», «Нормы надлежащей производственной практики» и др.

Сайт: [pish.msu.ru](http://pish.msu.ru)



## РАСПИСАНИЕ

10 марта, понедельник

**09:00\* – 09:15** Открытие школы. Вводное слово Оргкомитета

*Гудилин Евгений Алексеевич, член-корреспондент РАН, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой наноматериалов, заместитель декана факультета наук о материалах, заведующий лабораторией неорганического материаловедения кафедры неорганической химии химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова*

**09:15 – 18:00** Выступления школьников – финалистов конкурса «Гениальные мысли»

### Секция «Материалы и высокие технологии»

09:15 – 09:30 Двухслойные покрытия на титановых имплантах: варьирование условий нанесения каждого слоя и испытание прочности

*Игнатьев Иван Сергеевич, 10 класс, ГБОУ Школа № 2065, г. Москва*

09:30 – 09:45 Измерение концентрации и размеров наночастиц методом ультрамикроскопии

*Курьяков Фёдор Владимирович, 8 класс, ГБОУ Школа № 1534 "Академическая", г. Москва*

09:45 – 10:00 Исследование электрических, оптических, газосенсорных, структурных и фоточувствительных свойств гибридных углерод-кремниевых структур на основе карбина и графена для разработки элементов пассивной и активной электроники нового поколения

*Моисеева Ксения Юрьевна, 11 класс, МБОУ "Гимназия №1", г. Чебоксары*

10:00 – 10:15 Моделирование взаимодействия ускоренных ионов ксенона и оценка скейлинговых характеристик поверхности политетрафторэтилена

*Никонов Александр Сергеевич, 9 класс, ГБОУ Цифровая школа, г. Москва*

10:15 – 10:30 3D модель солнечного коллектора прямого поглощения на основе наночастиц

*Полынкин Владислав Александрович, 9 класс, ГБОУ Школа № 1575, г. Москва*

10:30 – 10:45 Нейросетевой метод идентификации кошек по фотоизображению

*Попова Алиса Максимовна, 6 класс, ГБОУ Образовательный центр "Протон", г. Москва*

\* Указано московское время



10:45 – 11:00 Синтез углеродных материалов из биогенных источников для натрий-ионных аккумуляторов

*Рыженкова Елизавета Владимировна, 9 класс, ГБОУ Школа № 1391, г. Москва*

11:00 – 11:15 К вопросу о длительном переохлажденном состоянии галлия

*Салпагаров Канамат Русланович, 10 класс, ГБОУ "ДАТ "Солнечный город" Минпросвещения КБР, г. Нальчик*

11:15 – 11:30 Синтез нанодисперсных оксидных материалов и исследование их пероксидазоподобной активности на примере наночастиц диоксида церия

*Хрусталеv Андрей Николаевич, 9 класс, ГАУ КО "Центр "Развитие", г. Калуга*

11:30 – 11:45 Разработка сенсора для диагностики вирусов методом гигантского комбинационного рассеяния

*Шульгина Алина Александровна, 10 класс, ГБОУ Школа № 1552, г. Москва*

**11:45 – 12:15 Перерыв**

## Секция «Экология и агротехнологии»

12:15 – 12:30 Использование трехмерных палеонтологических реконструкций в экологопросветительской деятельности на ООПТ (на материалах палеонаходок из Дюкинского заказника)

*Аладышев Святослав Сергеевич, 10 класс, МАОУ Гимназия № 23 г. Владимира, г. Владимир*

12:30 – 12:45 Разработка «умного» пленочного покрытия для контроля свежести мяса птицы на основе агара (смеси агара с альгинатом натрия)

*Бабин Константин Дмитриевич, 9 класс, ГБОУ "Челябинский областной многопрофильный лицей-интернат для одаренных детей", г. Челябинск*

12:45 – 13:00 Превращение жира личинок мухи черная львинка в дизельное топливо

*Борисов Евгений Романович, 6 класс, ГБОУ Школа № 1512 им. Алии Молдагуловой, г. Москва*

13:00 – 13:15 Получение нанопорошков  $\text{CeO}_2$  модифицированных  $\text{Me}^{2+}$  для защиты полипропиленовых материалов от ультрафиолетового излучения

*Макарова Алина Игоревна, 9 класс, АНО ДО "Детский технопарк "Кванториум", г. Невинномысск*



- 13:15 – 13:30 Функционализированный материал на основе биопленки *Medusomyces gisevii* в процессах выращивания коммерчески значимых растительных культур  
*Маслова Александра Евгеньевна, 7 класс, ГБОУ Школа № 1434, г. Москва*
- 13:30 – 13:45 Разработка тест-системы для определения растворенного кислорода в воде  
*Михайлова Мария Андреевна, 9 класс, МБОУ "Лицей № 2", г. Чебоксары*
- 13:45 – 14:00 Солнцезащитный спрей для растений с использованием наночастиц оксида цинка  
*Моткина Виктория Сергеевна, 9 класс, МБОУ "СОШ № 14", г. Новочебоксарск*
- 14:00 – 14:15 Сравнительный анализ фотокаталитического наполнителя на свойства быстрорастворяющихся полиэтиленов  
*Скворцова Варвара Алексеевна, 9 класс, МАОУ СОШ №29 г.Липецка, г. Липецк*
- 14:15 – 14:30 Разработка наномодифицированных мембран на основе альгината натрия и полиакрилонитрила с d-металлами для эффективной очистки воды методами первапорации и ультрафильтрации  
*Твердохлеб Артём Михайлович, 11 класс, МОУ "Лицей № 3 Тракторозаводского района Волгограда", г. Волгоград*
- 14:30 – 14:45 Биолюминесцентный экологический мониторинг  
*Эдилова Амаль Асланбековна, 10 класс, ГБОУ Школа № 1575, г. Москва*

**14:45 – 15:15 Перерыв**

## Секция «Биохимия, фармацевтика и медицина»

- 15:15 – 15:30 Получение новых водорастворимых карбазол-содержащих фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии  
*Вышинский Никита Андреевич, 11 класс, ОАНО Школа ЦПМ, г. Москва*
- 15:30 – 15:45 Оценка возможности получения цианоацетатметакрилата три-пара-толилсурьмы  
*Долгов Владислав Дмитриевич, 10 класс, МБОУ "Лицей № 87 имени Л.И.Новиковой", г. Нижний Новгород*
- 15:45 – 16:00 Оценка состава БАД и лекарственных средств – пробиотиков по составу микроорганизмов с помощью высокопроизводительного нанопорового секвенирования  
*Ермакова Екатерина Артемовна, 11 класс, МБОУ "Образовательный комплекс "Пушино", г. Пушино*

- 16:00 – 16:15 Разработка прототипа системы мониторинга сердечного ритма для сбора данных и последующего анализа электрокардиограммы  
*Запругайло Николай Олегович, 10 класс, ГБОУ Школа № 1547, г. Москва*
- 16:15 – 16:30 Синтез новых стабильных аналогов S-аденозил-L-метионина: синтез, стабильность и их субстратные свойства  
*Куклич София Романовна, 11 класс, ГБОУ Школа имени Маршала В.И. Чуйкова, г. Москва*
- 16:30 – 16:45 Синтез новых карбоксилатных 3d, s-комплексов с ортофенилендиамином, исследование строения и биологических свойств  
*Морозова Мария Сергеевна, 11 класс, ГБОУ Школа № 1502, г. Москва*
- 16:45 – 17:00 Модель глутаматной токсичности на клетках нейробластомы SH-SY5Y  
*Романова Софья Алексеевна, 9 класс, Муниципальный бюджетный лицей № 1 г.Орла, Детский технопарк Кванториум – структурное подразделение БУ ОО ДО "Дворец пионеров и школьников имени Ю.А. Гагарина", г. Орёл*
- 17:00 – 17:15 Выявление влияния хитозана различной степени деацетилирования на синтез кордицепина как пуринового алкалоида  
*Совцов Игорь Игоревич, 11 класс, МБОУ лингвистическая гимназия № 6 г. Пензы, г. Пенза*
- 17:15 – 17:30 Катионные комплексы Pt(II)  
*Сурова Арина Игоревна, 10 класс, ГБОУ Школа № 853, г. Москва*
- 17:30 – 17:45 Создание прототипа трёхмерного учебного пособия, иллюстрирующего пространственное расположение структур лимбической системы в мозге человека, методом 3d-печати  
*Черкас Ангелина Дмитриевна, 7 класс, ОЧУ СОШ "Лидер", г. Москва*
- 17:45 – 18:00 Влияние сахарного диабета 2 типа на экспрессию гена DEFB1 у пациентов с кариесом  
*Чумакова Яна Сергеевна, 11 класс, ГБОУ Школа № 1998, г. Москва*

## АННОТАЦИИ РАБОТ ФИНАЛИСТОВ КОНКУРСА «ГЕНИАЛЬНЫЕ МЫСЛИ»

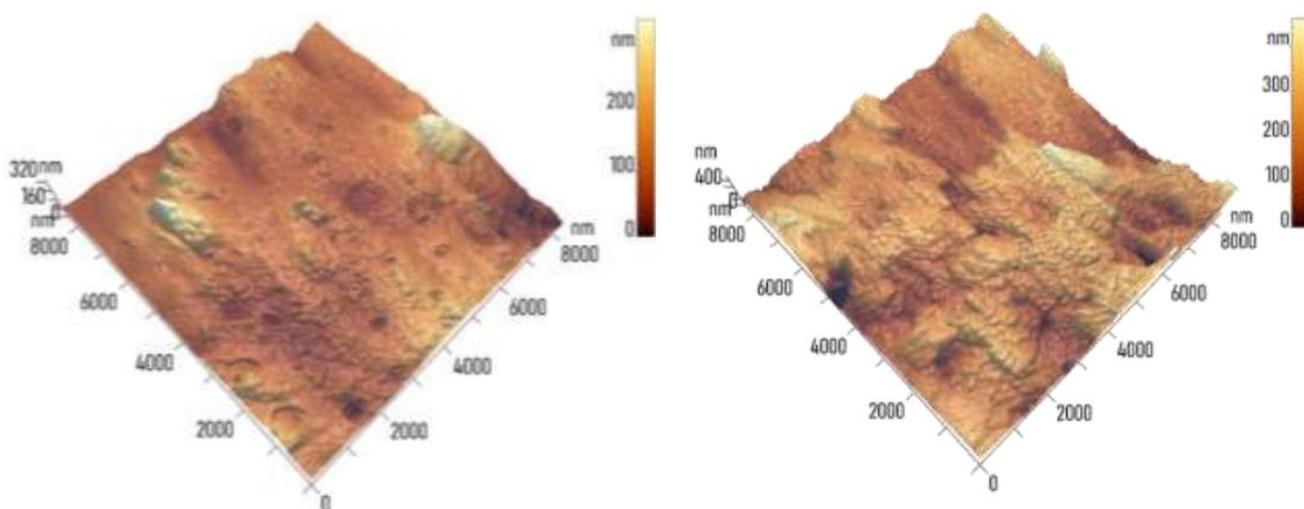
### СЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛЫ И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

#### Двухслойные покрытия на титановых имплантах: варьирование условий нанесения каждого слоя и испытание прочности

Автор: Игнатъев Иван Сергеевич  
10 класс, ГБОУ Школа № 2065, г. Москва

Руководитель: Оболенская Любовь Николаевна  
к.х.н., учитель химии, ГБОУ Школа № 2065

В этой работе автор перенёс свои прежние синтезы нано-гидроксиапатита (ГА) и наноанатаза, образующих покрытия на титановых имплантах, в «А-реактор» (ООО «Научные развлечения») и, благодаря этому, смог варьировать (точно задавая) скорость капельного введения раствора одного из реагентов –  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  – при осаждении ГА. А при синтезе наноанатаза для первого слоя варьировали последовательность его высушивания и промывания (в одном случае сушили всю каплю на титановой пластине, а затем промывали, в другом – сначала промывали, и слой оказывался прозрачным). Полученные в результате 6 покрытий на титановых пластинах отсканировали (автор с консультантом, в школе) атомно-силовым микроскопом (для осуществимости этого и наносили не только на сами штифты, но и, в основном, на отшлифованные пластины из того же металла) и испытали на собранной автором робо-установке с LEGO-приводом (для контроля скорости трения) датчиком силы кистевого сжатия (для контроля силы нажатия на пластинку при трении). Покрытия при трении повредились совсем мало, поверхность осталась устлана НЧ. Для серии с более толстым слоем наноанатаза размер частиц ГА уменьшается по мере увеличения скорости подачи раствора гидроортофосфата аммония; в результате трения покрытий о гипс высота частиц не меняется (и это очень хороший показатель), а латеральные размеры несколько уменьшаются – и уменьшаются тем сильнее, чем быстрее исходно была подача реагента.





## Измерение концентрации и размеров наночастиц методом ультрамикроскопии

Автор: Курьяков Фёдор Владимирович  
8 класс, ГБОУ Школа № 1534 "Академическая", г. Москва

Руководитель: Курьяков Владимир Николаевич  
к.ф.-м.н., в.н.с., Институт проблем нефти и газа РАН

Методом ультрамикроскопии проведен анализ серии образцов воды на наличие наноразмерных загрязнений. Показано, что метод ультрамикроскопии не только определяет концентрацию наноразмерных частиц в воде в экспресс-режиме, но и позволяет детектировать в воде наличие слабоконтрастных подвижных бактерий, которые сложно наблюдать другими методами, что может быть актуально для методик прецизионного контроля воды и микробиологических исследований. Также, опробована методика измерения размеров парафиновых наночастиц и частиц коллоидного золота данным методом. Показано хорошее совпадение результатов измерений с методом динамического рассеяния света.

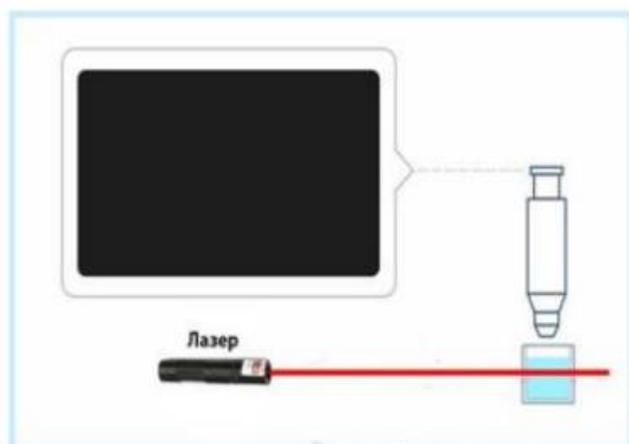


Рисунок А (образец без наночастиц)

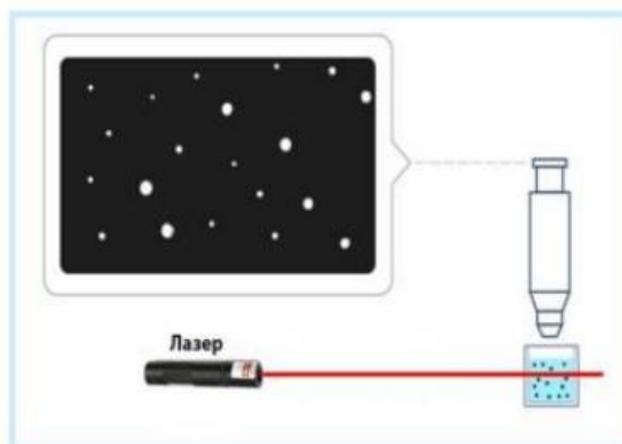


Рисунок Б (образец с наночастицами)



## Исследование электрических, оптических, газосенсорных, структурных и фоточувствительных свойств гибридных углерод-кремниевых структур на основе карбина и графена для разработки элементов пассивной и активной электроники нового поколения

Автор: Моисеева Ксения Юрьевна  
11 класс, МБОУ «Гимназия № 1», г. Чебоксары

Руководители: Смирнов Александр Вячеславович  
руководитель СКБ «Синтез наноматериалов» Чувашского государственного университета, председатель Ассоциации молодых физиков Чувашии, член Российской Ассоциации содействия науки, член Общественного совета Минобразования Чувашии, г. Чебоксары

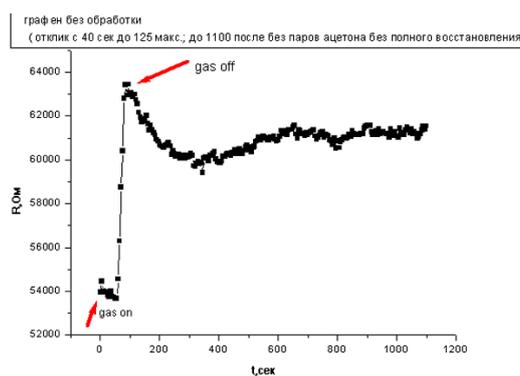
Молькова Ольга Ивановна  
учитель физики, МБОУ «Гимназия № 1», г. Чебоксары

*Цель исследовательского проекта* заключается в исследовании электрических, оптических, газосенсорных, структурных и фоточувствительных свойств гибридных углерод-кремниевых структур на основе карбина и графена для разработки элементов пассивной и активной электроники нового поколения.

### Задачи:

- Исследовать структуры и морфологии поверхности пленок;
- Измерить газочувствительные свойства пленок графена на пары аммиак и ацетона;
- Создать пленочные диоды на линейно-цепочечном углероде;
- Изучить газосенсорные структуры на основе SiхО и их нейросетевые модели;
- Смоделировать характеристики фотосенсоров на основе ЛЦУ. Изучить искусственные нейронные сети.

*Идея.* Современные электронные устройства требуют все более высоких показателей производительности, энергоэффективности и миниатюризации. Традиционные материалы, такие как кремний, уже достигли своих пределов по многим параметрам. Углеродные структуры, включая карбин и графен, обладают уникальными электрическими, оптическими и механическими свойствами, которые делают их перспективными кандидатами для использования в электронике будущего. Однако их применение ограничено недостаточной совместимостью с существующими технологиями производства полупроводниковых устройств. Создание гибридных углерод-кремниевых структур позволяет объединить преимущества обоих типов материалов и преодолеть существующие ограничения.





## Моделирование взаимодействия ускоренных ионов ксенона и оценка скейлинговых характеристик поверхности политетрафторэтилена

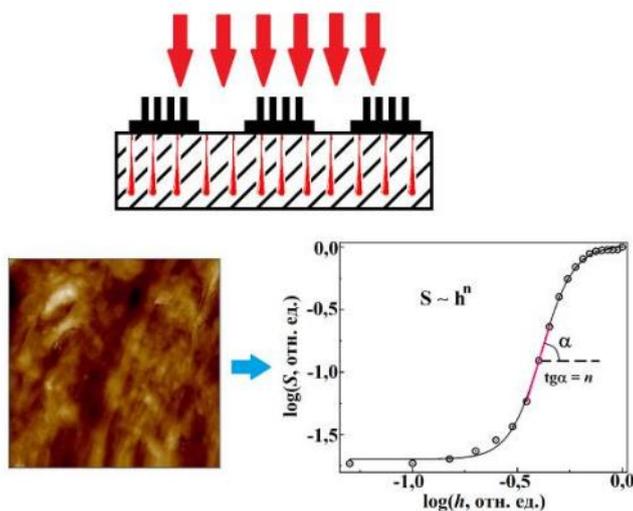
Автор: Никонов Александр Сергеевич  
9 класс, ГБОУ Цифровая школа, г. Москва

Соавтор: Миркин Александр Андреевич  
8 класс, ГБОУ Цифровая школа, г. Москва

Руководители: Смолянский Александр Сергеевич  
к.х.н., доцент, старший научный сотрудник ООО «Поливуд»

Колясников Олег Владимирович  
старший методист ИРПО МГПУ, учитель химии, ГБОУ Цифровая школа

Методом компьютерного моделирования определены характеристики воздействия ускоренных ионов ксенона с энергией 3,2 МэВ/нуклон на поверхность пленок политетрафторэтилена (ПТФЭ) по изображениям, полученным с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ). Длина пробега ионов Хе с энергией 3,2 МэВ/нуклон в ПТФЭ составляет  $R_{\text{Хе}} = 35,1$  мкм, размер области страгглинга 5634 Å. В процессе облучения ионами Хе с энергией 3,2 МэВ/нуклон линейная передача энергии (ЛПЭ), поглощённой ПТФЭ, будет составлять  $\sim 10000 - 11000$  кэВ/мкм. Методом «порога» изучена зависимость площади сечения, приведённого на АСМ изображении участка  $S$  поверхности ПТФЭ (далее – маски), от высоты неоднородности поверхности  $h$ . Зависимость  $S \sim f(h)$  необлученного ПТФЭ имеет сигмоидальный характер и может быть аппроксимирована функцией Больцмана. Участок скейлинговой зависимости  $\lg S \sim h^n$  при  $S \sim 37,5 - 57,5\%$ , линеаризован методом наименьших квадратов, и по тангенсу угла наклона был определён показатель зависимости  $n = 5,462 \pm 0,091$ . Методами декомпозиции, подсчёта кубов, триангуляции и спектра мощности рассчитана фрактальная размерность  $D_s$  исследованного участка поверхности и сечений, наблюдаемых при разной высоте неоднородности поверхности ПТФЭ. Установлено, что величина  $D_s$  зависит от метода расчёта;  $D_s$  во всех случаях увеличивается с ростом площади маски от 0 до 75%, а далее перестаёт изменяться. Результаты компьютерного моделирования и обработки АСМ изображений поверхности будут использованы при подготовке и проведении радиационной обработки ПТФЭ воздействием потока ускоренных ионов ксенона с энергией 3,2 МэВ/нуклон, которое планируется осуществить на линейном ускорителе ЛУ-20 ускорительного комплекса NICA (Nuclotron based Ion Collider fAcility) в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина Объединённого института ядерных исследований (ЛФВЭ ОИЯИ, г. Дубна, Московская область).





## 3D модель солнечного коллектора прямого поглощения на основе наночастиц

Автор: Польшинкин Владислав Александрович  
9 класс, ГБОУ Школа № 1575, г. Москва

Руководитель: Чопорова Жанна Владиславовна  
учитель физики, завкафедрой естественных наук, куратор инженерного и академического классов, ГБОУ школа № 1575

*Идея работы* – исследовать поглощение солнечного света водой, водой с добавлением наночастиц и водой на чёрной поверхности и предложить модель солнечного коллектора с наночастицами.

*Цель работы* – исследование преимуществ объёмного поглощения на основе наночастиц кофе и создание 3D модели солнечного коллектора с наночастицами.

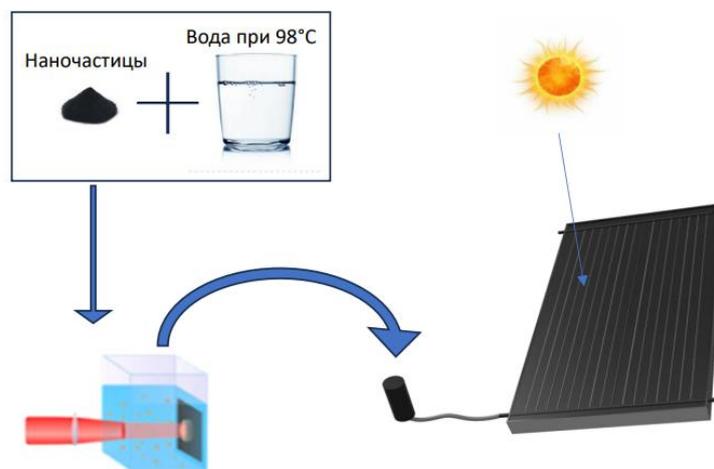
*Задачи:*

- изучить литературу по теплообмену
- приготовить раствор наночастиц кофе
- собрать установку для объёмного поглощения
- провести эксперименты по объёмному поглощению
- разработать конструкцию солнечного коллектора прямого поглощения с наночастицами

*Основные результаты*

Мы изучили литературу по теплообмену. Приготовили раствор наночастиц кофе. Используя эффект Тиндаля, убедились, что раствор готов. А также собрали установку и провели эксперименты. В ходе выполнения исследований удалось установить, что объёмное поглощение эффективнее нагрева просто чёрной поверхностью. Экспериментальным путём выяснили наиболее подходящую концентрацию наночастиц для нагрева, рассчитав КПД.

Выполнены чертежи авторского решения модели коллектора с наночастицами. По ним сделана 3D модель, которая сейчас печатается. Эффект Тиндаля, а также принцип работы солнечного коллектора представлена в графическом абстракте. Кроме наночастиц растительного происхождения - кофе, можно предложить наночастицы углерода или наночастицы берлинской лазури (наножидкости).



*Эффект Тиндаля (слева) и принцип работы солнечного коллектора (справа)*



## Нейросетевой метод идентификации кошек по фотоизображению

Автор: Попова Алиса Максимовна  
6 класс, ГБОУ Образовательный центр "Протон", г. Москва

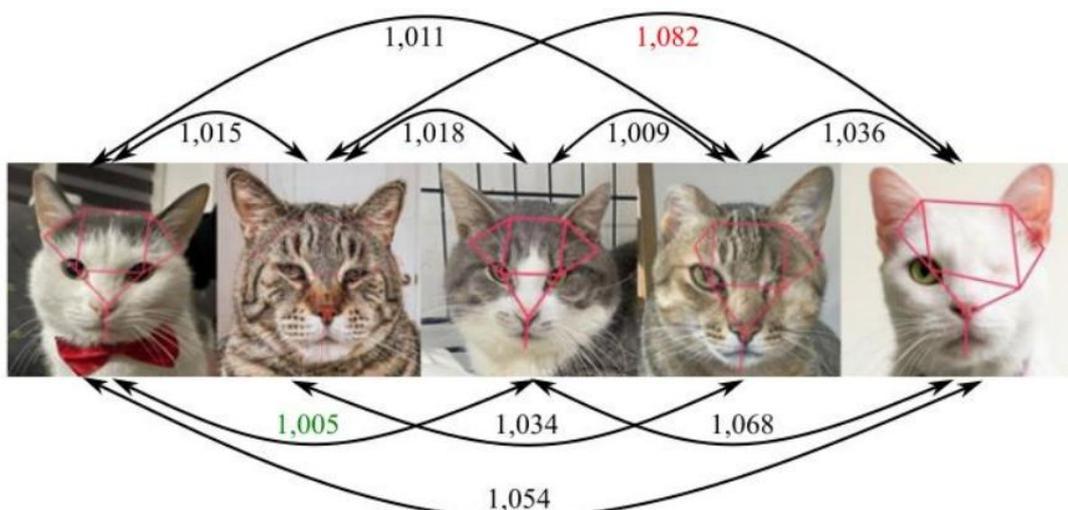
Соавтор: Рыженков Егор Владимирович  
6 класс, ГБОУ Образовательный центр "Протон", г. Москва

Руководитель: Попов Максим Александрович  
главный специалист по программному обеспечению, ООО «Бигпринтер Цифровые Инновации»

Одной из исторически первых сфер применения искусственного интеллекта (ИИ) является идентификация объектов. Сегодня такое использование ИИ остается одним из наиболее массовых — ИИ решает задачи идентификации автомобильных номерных знаков, лиц людей, а также более общие задачи классификации объектов. Нужно отметить, что некоторые из них выполнимы даже без использования нейросетей.

Идентификация человека по лицу уже в течение ряда лет широко применяется в работе государственных органов, в банковской среде, для учета рабочего времени и в других социально-бытовых ситуациях. Вопросам же идентификации животных уделяется существенно меньшее внимание. Как правило, речь идет не более чем об опознавании образов, то есть выявлении факта наличия животного в видеопотоке или на фотографии. Данная технология применяется, например, в составе «умных фотоловушек». Значительный интерес представляет идентификация животных (например, среди массива изображений кошек и собак, находящихся в базе данных приютов), аналогично тому, как это уже реализовано в отношении людей.

Авторы поставили перед собой задачу разработки метода поиска конкретного домашнего животного (кота) в массиве фотоизображений. В качестве исходных данных выступают две фотографии — искомая и тестируемая. Фотографии анализируются нейросетью, а затем результаты анализа сравниваются. Ключевыми этапами являются поиск опорных точек (лэндмарков) с помощью нейросети и нормализация результирующего массива (получение дескриптора лица животного), а также вычисление евклидова расстояния между дескрипторами изображения искомого кота и тестируемой фотографии. Евклидово расстояние между предварительно нормализованными дескрипторами будет тем меньше, чем выше сходство лиц. Метод не может полностью заменить сравнение фото человеком, но примерно в 50..100 раз уменьшает количество изображений, обрабатываемых вручную.





## Синтез углеродных материалов из биогенных источников для натрий-ионных аккумуляторов

Автор: Рыженкова Елизавета Владимировна  
9 класс, ГБОУ Школа № 1391, г. Москва

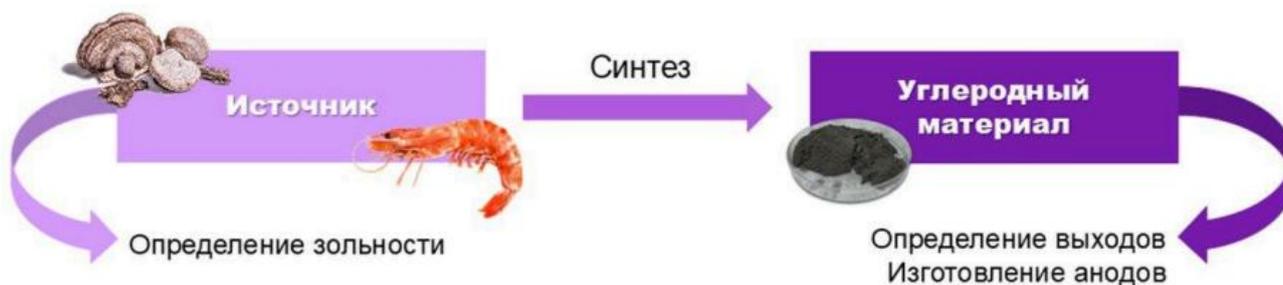
Руководители: Султанова Яна Владимировна  
аспирант 2 г/о химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, лаборант  
кафедры электрохимии химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова

Бобылёва Зоя Владимировна  
к.х.н., н.с. кафедры электрохимии химического факультета МГУ имени  
М.В.Ломоносова

Данный проект рассматривает разработку углеродных анодных материалов для натрий-ионных аккумуляторов (НИА) с акцентом на поиск доступных и экологически чистых источников углерода. Одним из основных вызовов в производстве НИА является именно выбор подходящего сырья для анодных материалов, так как сырье должно быть недорогим и распространенным, а его использование должно быть экономически и экологически целесообразным.

Для проекта были выбраны два источника углерода из разных биологических царств: гриб-трутовик и панцири креветок. Мы провели оценку возможного применения полученных углеродных материалов на основе рассчитанных зольности и выхода углеродных материалов.

Углеродные анодные материалы были получены из частей трутовика и панцирей креветок в инертной атмосфере при температуре 1300 °С. Массовый выход продукта составил до 25.6%. Источники характеризуются разным содержанием золы, до 12.9% масс. – у трутовика, и 22.5% масс. – у панцирей креветок. Из полученных материалов были приготовлены электроды, готовые к использованию в электрохимических ячейках. Исследование подтверждает возможность использования грибов-трутовиков в качестве недорогих и экологически чистых источников углерода для дальнейшего изготовления анодных материалов для НИА.



*Ход работы по изготовлению анодных материалов из биогенных источников*



## К вопросу о длительном переохлажденном состоянии галлия

Автор: Салпагаров Канамат Русланович  
10 класс, ГБОУ "ДАТ "Солнечный город" Минпросвещения КБР, г. Нальчик

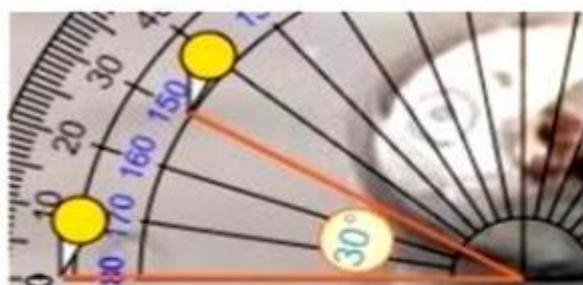
Совтор: Яганов Дамир Заурович  
10 класс, ГБОУ "ДАТ "Солнечный город" Минпросвещения КБР, г. Нальчик

Руководитель: Кушева Валентина Батиевна  
к.х.н., Детский технопарк «Кванториум», Наноквантум, г. Нальчик

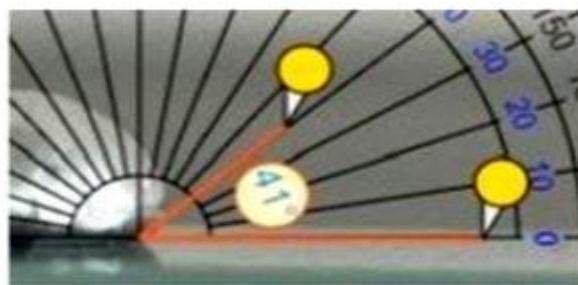
Работа относится к области нанотехнологий и материалов будущего и посвящена способу получения устойчивого переохлажденного состояния галлия. Устойчивое долговременное переохлажденное состояние галлия было получено при плавлении галлия на полиэтиленовой подложке, которая находилась в высокоэластическом состоянии при 60°C. Мы предполагаем, что изменения морфологии полиэтилена при температуре его размягчения повлияли на формирование в галлии в процессе его плавления молекулярных конгломератов галлия. Обнаружено, что сформированные таким образом молекулярные структуры являются долговременно устойчивой и энергетически выгодной фазой в переохлажденном состоянии. Полученный материал устойчив к температуре до -10°C, и находится в переохлажденном состоянии при обычных условиях около 3 лет.

Таблица. Устойчивость переохлажденного галлия.

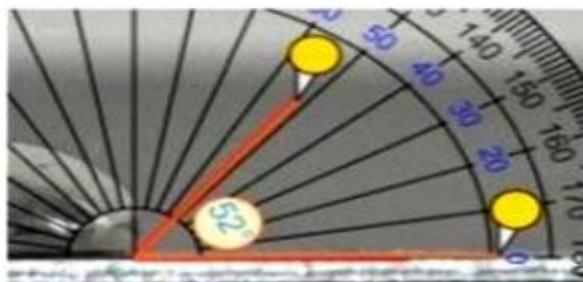
Вещество	Температура -5°C Время 3 часа	Температура -10°C Время 72 часа	Комнатная температура Время три года
Переохлажденный галлий	Нет кристаллизации	Нет кристаллизации	Нет кристаллизации



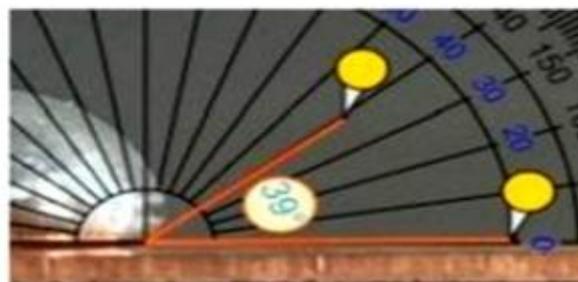
а) подложка ПЭ



б) подложка стекло



в) подложка алюминий



г) подложка медь

Угол смачивания жидким Ga различных подложек



## Синтез нанодисперсных оксидных материалов и исследование их пероксидазоподобной активности на примере наночастиц диоксида церия

Автор: Хрусталеv Андрей Николаевич  
9 класс, ГАУ КО "Центр "Развитие", г. Калуга

Соавторы: Нонка Анастасия Сергеевна  
11 класс, MAOY «Лицей №7», г. Кстово

Кожуховский Никита Андреевич  
10 класс, МБОУ СОШ 98, г. Воронеж

Долгов Владислав Дмитриевич  
10 класс, МБОУ Лицей №87 им. Л.И. Новиковой, г. Нижний Новгород

Благова Мария Витальевна  
11 класс, МБОУ «Губернаторский лицей 101 им. Ю.И. Латышева», г. Ульяновск

Папсуев Никита Дмитриевич  
10 класс, ГБОУ ПФМЛ 239, г. Санкт-Петербург

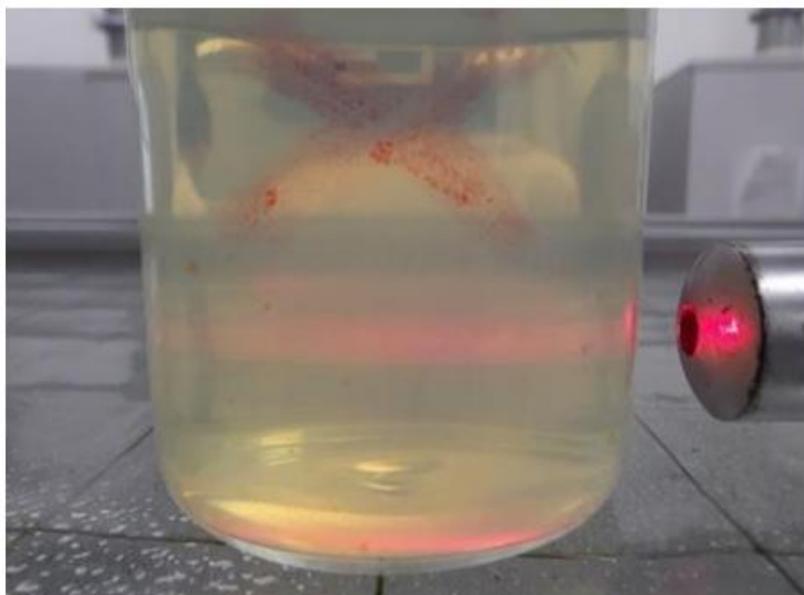
Петкевич Алина Дмитриевна  
10 класс, МБОУ СОШ №62, г. Воронеж

Руководители: Тесник Юлия Валерьевна  
старший педагог Центра одарённых детей г. Калуги

Веселова Варвара Олеговна  
к.х.н., н.с., ИОНХ РАН им. Н.С. Курнакова

Попков Матвей Андреевич  
м.н.с., ИОНХ РАН им. Н.С. Курнакова

Работа посвящена сравнению методов синтеза наночастиц диоксида церия на предмет получения наночастиц с выраженной пероксидазоподобной активностью. В исследовании выявлены методы синтеза наночастиц, с помощью которых можно получить материал диоксид церия с наибольшей пероксидазоподобной активностью.





## Разработка сенсора для диагностики вирусов методом гигантского комбинационного рассеяния

Автор: Шульгина Алина Александровна  
10 класс, ГБОУ Школа № 1552, г. Москва

Руководители: Осминкина Любовь Андреевна  
в.н.с., к.ф.-м.н., лаборатория физических методов биосенсорики и нанотераностики, кафедра медицинской физики, физический факультет, МГУ имени М.В.Ломоносова

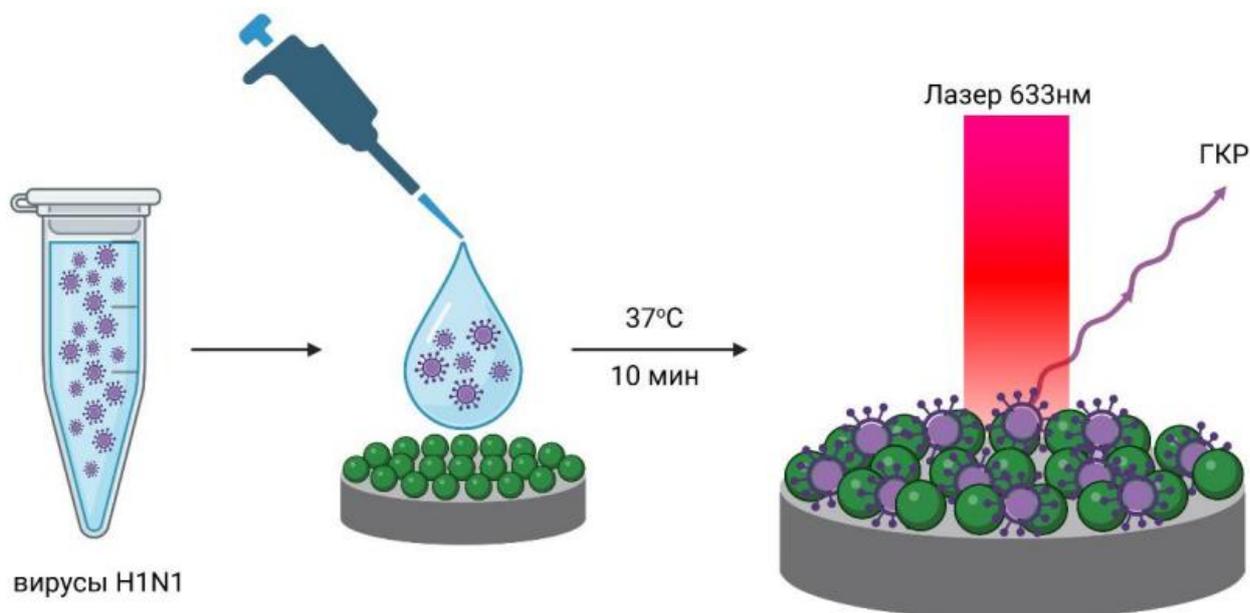
Собина Игорь Олегович  
аспирант, лаборатория физических методов биосенсорики и нанотераностики, кафедра медицинской физики, физический факультет, МГУ имени М.В.Ломоносова

Вирусные заболевания представляют собой серьезную проблему для систем здравоохранения во всем мире.

Спектроскопия комбинационного рассеяния света (КР) давно зарекомендовала себя как эффективный метод анализа молекулярного состава веществ. Однако интенсивность сигнала КР часто бывает крайне мала, что ограничивает его применение. Спектроскопия ГКР представляет собой улучшенную вариацию КР, в которой сигнал усиливается благодаря присутствию металлических наноструктур, таких как золото или серебро. Это делает ГКР мощным инструментом для анализа молекул в ультранизких концентрациях, которые в обычных условиях были бы недоступны для исследования.

Метод спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния (ГКР) обладает значительным потенциалом для клинического применения. Он обеспечивает стабильность и надежность получаемых сигналов, позволяет быстро регистрировать сенсорный отклик и проводить исследования без разрушения образца. Дополнительным преимуществом является возможность использования портативного оборудования, что позволяет брать анализы непосредственно на дому у пациентов.

Создание универсальной ГКР-активной подложки, способной усиливать сигнал КР для широкого спектра веществ, остается сложной задачей. Каждая подложка требует индивидуальной настройки для обеспечения максимального усиления сигнала.





## СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И АГРОТЕХНОЛОГИИ»

### Использование трехмерных палеонтологических реконструкций в экологопросветительской деятельности на ООПТ (на материалах палеонаходок из Дюкинского заказника)

Автор: Аладышев Святослав Сергеевич  
10 класс, МАОУ Гимназия № 23 г. Владимира, г. Владимир

Руководитель: Тобиен Марина Львовна  
учитель биологии, МАОУ Гимназия № 23 г. Владимира

Научный консультант: Дуденков Денис Викторович  
начальник сектора природы Государственного Владимиро-Суздальского музея-заповедника

Анимированная трехмерная модель как элемент дополненной реальности позволяет продемонстрировать не только внешний облик организмов и систем, но и то как они жили, двигались и взаимодействовали между собой – получается научно обоснованный и в то же время привлекательный объект демонстрации.

В карбоне на территории исследуемого объекта – Дюкинского карьера – располагался Уральский океан. Благодаря мелководности, он хорошо освещался и прогревался, что определило значительное разнообразие его обитателей. На основании литературных данных, изучения образцов и фото сформирован список таксонов, отражающий разнообразие ископаемой фауны изучаемой территории. Разными способами и инструментами реконструкции воссоздан внешний вид некоторых обитателей морских экосистем Уральского моря. Созданы 2D и 3D реконструкции как самой экосистемы, так и отдельных ее обитателей, отражающих авторские представления о палеофауне Дюкинского карьера, основанные на научных данных, ископаемых находках и ряде собственных предположений. На демообъекте протестированы возможности (появление, движение, повороты и обзор на 3600 и др.) его показа в дополненной реальности.

*Основные выводы.* Окаменелости, обнаруженные в Дюкинском карьере нами и другими исследователями, относятся к мячковскому горизонту московского яруса каменноугольного периода, и принадлежат морским беспозвоночным из 7 типов. 305 млн. лет назад на территории современного Дюкинского карьера находилось прибрежное мелководье Уральского океана, обладающее богатым биоразнообразием. Реконструкции дают возможность поместить палеообъект в дополненную реальность, помогая лучше представить доисторический мир и его обитателей, показывая их более живыми, красочными и естественными в современной среде реальной ООПТ, т.о. привлекая внимание и повышая интерес людей к самой территории и региону в целом.





## Разработка «умного» пленочного покрытия для контроля свежести мяса птицы на основе агара (смеси агара с альгинатом натрия)

Автор: Бабин Константин Дмитриевич  
9 класс, ГБОУ "Челябинский областной многопрофильный лицей-интернат для одаренных детей", г. Челябинск

Руководитель: Вишнякова Елена Александровна  
студент-магистр Высшей медико-биологической школы, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

В современном мире все большее значение играет продление срока годности продуктов питания, а также контроль их свежести и качества в режиме реального времени. Для решения этой задачи была предложена разработка pH-чувствительной пленки на основе агара с добавлением антоцианов плодов вишни в качестве индикатора. Для проведения данного исследования были приготовлены пленки на основе агара с содержанием антоцианов плодов вишни 0, 5, 10, 15 % и на основе смеси агара с альгинатом натрия с содержанием антоцианов 10% (рисунок). Было установлено, что добавление антоцианов увеличивает толщину пленки и повышает ее непрозрачность, но не влияет на растворимость. Паропроницаемость пленок также возрастает с увеличением концентрации антоцианов. Исследования подтвердили полную биоразлагаемость полученных образцов пленок. Все пленки с добавлением антоцианов показали изменение цвета при порче мяса птицы. На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что полученные образцы пленок могут быть использованы в пищевой промышленности для определения свежести мяса птицы.

Контрольный  
образец

Образец № 1

Образец № 2

Образец № 3

Образец № 4



*Внешний вид полученных образцов пленки*



## Преобразование жира личинок мухи черная львинка в дизельное топливо

Автор: Борисов Евгений Романович  
6 класс, ГБОУ Школа № 1512 им. Алии Молдагуловой, г. Москва

Руководитель: Куликова Лариса Николаевна  
доцент факультета физико-математических наук РУДН

Личинки мухи черная львинка (*Hermetia illucens*) широко применяются для переработки биоотходов и рассматриваются как альтернативный источник белка для домашних животных. Жир этих личинок обладает как высокой пищевой ценностью, так и большим потенциалом использования для производства возобновляемых топлив. В работе изучены возможные подходы к получению биодизельного топлива из очищенного жира личинок путем его гидролитического метилирования в присутствии катализаторов. В качестве последних опробованы обладающий суперкислыми свойствами промышленный полимер Nafion NR50 и полученные нами наночастицы оксидов железа. Показано, что использование кислого катализа позволяет получать высокий выход реакции, а сам катализатор отделяется от реакционной смеси фильтрованием. Применение наночастиц оксидов железа не дает возможности достигнуть высокого выхода топлива, однако легкость отделения катализатора создает предпосылки для его использования в условиях рециркуляции субстрата.



Реакционная установка (а) и выпавшие при охлаждении кристаллы продуктов реакции (б)



## Получение нанопорошков $\text{CeO}_2$ модифицированных $\text{Me}^{2+}$ для защиты полипропиленовых материалов от ультрафиолетового излучения

Автор: Макарова Алина Игоревна  
9 класс, АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум», г. Невинномысск

Соавтор: Ткачева Полина Сергеевна  
9 класс, АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум», г. Невинномысск

Руководитель: Сыпко Ксения Сергеевна  
педагог дополнительного образования, АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум», г. Невинномысск

В работе синтезированы наночастицы диоксида церия  $\text{CeO}_2$ , которые являются перспективными для защиты полипропиленовых материалов от ультрафиолетового излучения. В связи с высокой фотокаталитической активностью  $\text{CeO}_2$  наночастицы были модифицированы  $\text{Me}^{2+}$ , в частности  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Ba}^{2+}$ . Синтез наночастиц  $\text{CeO}_2$  осуществляли путем смешивания растворов  $\text{CeCl}_3$ ,  $\text{NaOH}$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$  при  $40^\circ\text{C}$ . Коллоидный раствор озвучивали ультразвуком, промывали водой и сушили. Для модифицирования  $\text{CeO}_2$  к исходному раствору добавляли  $\text{BaCl}_2$  или  $\text{CaCl}_2$ . Изучены физико-химические свойства наночастиц  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{CeO}_2\text{-Ba}^{2+}$  и  $\text{CeO}_2\text{-Ca}^{2+}$ . Максимальное значение оптической плотности соответствовало 390, 380 и 340 для наночастиц  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{CeO}_2\text{-Ba}^{2+}$  и  $\text{CeO}_2\text{-Ca}^{2+}$  соответственно. Для анализа распределения элементов в наночастицах, получали ЭДС-данные – карты распределения элементов, которые доказывают наличие химических элементов в составе наночастиц. Размер наночастиц определяли при помощи сканирующей электронной микроскопии. Размер частиц составил 105-320 нм, 32-187 нм и 27- 102 нм для  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{CeO}_2\text{-Ba}^{2+}$  и  $\text{CeO}_2\text{-Ca}^{2+}$  соответственно. В результате XRD анализа было выявлено процентное содержание компонентов в наночастицах. Наночастицы  $\text{CeO}_2$  содержат 98% оксида церия и 2%  $\text{NaCl}$ , который является побочным продуктом химической реакции. Наночастицы  $\text{CeO}_2\text{-Ba}^{2+}$  и  $\text{CeO}_2\text{-Ca}^{2+}$  содержат 73% и 92% оксида церия, 3% и 1% хлорида натрия и 24% гидрохлорида бария или 7% гидрохлорида кальция, соответственно. В связи с высокой гигроскопичностью наночастиц  $\text{CeO}_2\text{-Ba}^{2+}$  для дальнейшего исследования выбраны наночастицы  $\text{CeO}_2\text{-Ca}^{2+}$ . Эффективность защиты полипропиленового материала от УФ доказана методом «желтых квадратов», а также путем введения наночастиц в расплав полилактида. Введение наночастиц на основе  $\text{CeO}_2\text{-Ca}^{2+}$  позволяет сохранить материал от разрушения под действием УФ-излучения. Исходная пленка без наночастиц после 24 часов воздействия ультрафиолетом имеет в структуре микротрещины, образование которых не наблюдается на пленках с наночастицами  $\text{CeO}_2\text{-Ca}^{2+}$ .





## Функционализированный материал на основе биопленки *Medusomyces gisevii* в процессах выращивания коммерчески значимых растительных культур

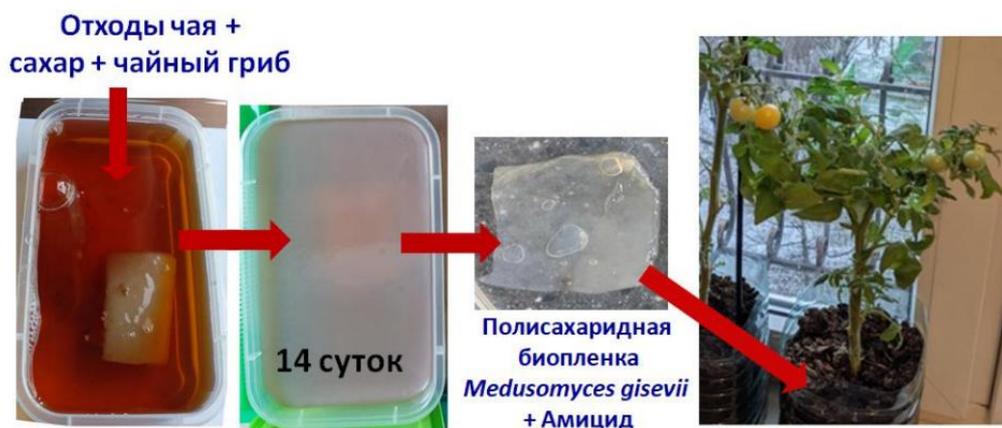
Автор: Маслова Александра Евгеньевна  
7 класс, ГБОУ Школа № 1434, г. Москва

Соавтор: Сенько Алексей Михайлович  
9 класс, МОУ Гимназия №4, г. Подольск

Руководители: Маслова Ольга Васильевна  
к.х.н., с.н.с., НИЛ Экобиокатализа, химический факультет, МГУ имени М.В.Ломоносова

Потапова Светлана Вадимовна  
учитель биологии, ГБОУ Школа № 1434, г. Москва

При разработке новых подходов к выращиванию растений в замкнутом пространстве (для агротехнологий будущего) получен и успешно апробирован новый функционализированный материал, обеспечивающий стимулирование плодообразования томатов и огурцов. В составе материала биопленка чайного гриба *Medusomyces gisevii*, выращенная на отходах черного чая, использована в качестве носителя для экологически безопасного препарата Амицид, содержащего в своем составе аминокислоты и полипептиды. За 2 месяца выращивания огурцов и томатов в почвогрунте с добавлением этого материала может быть получено 8-9 плодов с 1 куста, что в 2-4 раза выше, чем без добавок. Функционализированный материал, по всей видимости, может выполнять одновременно сразу три функции: является носителем препарата и влагоудерживающим компонентом почвогрунта, обеспечивающим пролонгированное высвобождение влаги и препарата, а также может выступать питательным компонентом для почвенной микрофлоры и самих растений. В случае присутствия в почве влажной биопленки при выращивании различных растительных культур (огурцов, томатов, земляники, микрозелени горчицы) как в краткосрочном (15 суток), так и в долгосрочном периоде (2-3 месяца) требовалось минимальное количество поливов. Полученная в результате выращивания биопленки культуральная жидкость чайного гриба успешно апробирована в качестве подпитки для интенсификации процесса выращивания коммерчески значимых культур: микрозелени (укропа, рукколы, гороха и базилика при гидропонном культивировании) и проса (при выращивании в почвогрунте). При реализации проекта использованы культуры, материалы и реагенты исключительно отечественного производства, что повышает потенциал практической реализации и коммерциализации полученных результатов. Биопленка *Medusomyces gisevii*, функционализированный материал на ее основе и культуральная жидкость рекомендованы к применению как в домашнем растениеводстве, так и для получения коммерческих продуктов.





## Разработка тест-системы для определения растворенного кислорода в воде

Автор: Михайлова Мария Андреевна  
9 класс, МБОУ «Лицей № 2» г. Чебоксары

Совторы: Яценко Юлия Константиновна  
7 класс, МБОУ «Гимназия №1», г. Чебоксары

Михайлова Елизавета Андреевна  
7 класс, МБОУ «Гимназия №1», г. Чебоксары

Руководитель: Аввакумова Марина Алексеевна  
магистрант 1 курса химико-фармацевтического факультета, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»

Содержание кислорода в воде – это важный показатель при оценке качества воды из-за его влияния на организмы, которые обитают в водоеме. Растворенный кислород относится к таким показателям, которые нужно определять на месте отбора пробы, так как в процессе транспортировки проб в лабораторию для проведения химического анализа, состав пробы может измениться. Для решения этой проблемы можно использовать тест-системы. При создании теста для определения растворенного кислорода был выбран реагент индигокармин, который при взаимодействии с кислородом в присутствии глюкозы изменяет свою окраску. Для исследования тест-форм мы выбрали 2 вида – это тест-полоски, иммобилизованные раствором смеси глюкозы и индигокармина и таблетки, спрессованные из индикаторного порошка. Экспериментально было установлено, что индикаторные тест-полоски для определения РК в воде является неэффективным, так как реагент смывается с поверхности носителя, и их окрашивание было неравномерным. Наиболее перспективными являются тест-таблетки, которые полностью растворяются в исследуемой воде и определение проводят по окраске полученного раствора. Также была создана цифровая тест-шкала для сравнения окрасок анализируемых растворов в полевых условиях. Для определения цвета использовали цветовую модель RGB. В результате исследований был сформирован тест-набор с подробной текстовой и графической инструкцией.

Тест-система прошла лабораторные испытания и использовалась для определения РК в природных водных объектах. В качестве объектов исследования были выбраны пруды, реки и озера Ядринского района Чувашской Республики. Результаты тест-определений подтверждены стандартным методом Винклера. Установлено, что во всех водных объектах содержание растворенного кислорода составило от 6 до 8 мг/л, что соответствует нормам. Разработанная тест-система является простым и надежным средством для непрерывного экологического мониторинга водных объектов.





## Солнцезащитный спрей для растений с использованием наночастиц оксида цинка

Автор: Моткина Виктория Сергеевна  
9 класс, МБОУ "СОШ № 14", г. Новочебоксарск

Руководитель: Мульдияров Артур Олегович  
педагог дополнительного образования «Наноквантум»

Проект предлагает разработку эффективного и экологически безопасного солнцезащитного спрея для растений на основе биосовместимых наночастиц оксида цинка. Наночастицы оксида цинка обеспечивают тонкий, равномерный и прозрачный слой защиты на поверхности листьев, отражая УФ излучение, без блокировки видимого света, необходимого для фотосинтеза. Разработанный спрей позволит защитить растения от солнечного стресса, повысить урожайности качество сельскохозяйственной продукции.



*Солнцезащитный спрей для растений с использованием наночастиц оксида цинка*

## Сравнительный анализ фотокаталитического наполнителя на свойства быстроразлагающихся полиэтиленов

Автор: Скворцова Варвара Алексеевна  
9 класс, МАОУ СОШ №29 г.Липецка, г. Липецк

Руководитель: Синельникова Татьяна Николаевна  
учитель химии, МАОУ СОШ №29 г.Липецка

Развитие упаковочной отрасли в последние десятилетия привело к тому, что объем бытовых отходов на душу населения увеличился в четыре раза. В связи с этим переработка пластиковых отходов стала серьезной глобальной проблемой современности. Поэтому необходимо получить полимер, который сохраняет свои эксплуатационные характеристики только во время потребления, а затем под воздействием факторов окружающей среды подвергается трансформации.

Фирма «Вектор Полимир», по нашему заказу, изготовила образцы 4 видов полиэтиленовых пленок: без добавления функциональных наполнителей, с добавлением прооксиданта-стеарата кобальта  $\text{Co}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$ , с прооксидантом и композитным материалом диоксида титана-каолинита и с добавлением фотокатализатора (диоксид титана-каолинит).

Пленочные образцы подвергали облучению источником ультрафиолетового излучения — светильника-облучателя Кристалл в течение 3, 5 и 10 дней, после повторно взвесили на аналитических весах. Таким образом, рассчитали разность потери молекулярной массы каждого типа пленки. Исследование показало, что длительное хранение пленок без наполнителей не влияет на скорость фотодеградации, скорость деградации максимальна, если использовать совместно прооксидант и композит  $\text{TiO}_2$ -каолинит.

Зольность ПЭ пленок определяли, чтобы оценить количество добавок в полимеры. Поэтому проводились эксперименты на пленках с добавками. По результатам эксперимента видно, что все наполнители увеличили зольность. Кроме того, за год показатели зольности увеличились у образцов, содержащих прооксидант - ПЭ-PRO и ПЭ-PRO-TiO<sub>2</sub>. Следовательно при добавлении проксиданта происходит деградация постоянно, а добавление только фотокатализатора инициирует деградацию только при облучении ультрафиолетом.

Для определения показателя текучести расплава ПЭ пленок применяли экструзионный пластомер. Из опыта видно, что добавление прооксиданта фактически не оказывает влияние на ПТР, а добавление композита приводит к существенному его изменению.





## Разработка наномодифицированных мембран на основе альгината натрия и полиакрилонитрила с d-металлами для эффективной очистки воды методами первапорации и ультрафильтрации

Автор: Твердохлеб Артём Михайлович  
11 класс, МОУ "Лицей № 3 Тракторозаводского района Волгограда", г. Волгоград

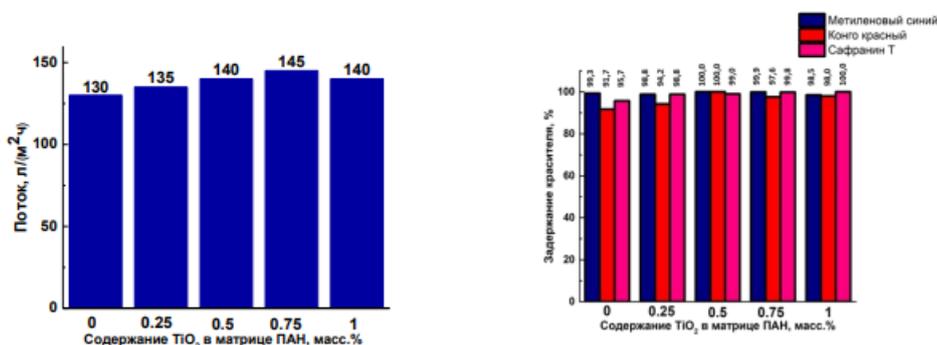
Руководители: Кузьмина Анна Игоревна  
к.х.н, ассистент, СПбГУ, г. Санкт-Петербург

Дубовенко Роман Русланович  
инженер-исследователь кафедры аналитической химии СПбГУ, г. Санкт-Петербург

В связи с увеличением загрязнения водных ресурсов актуальной задачей является разработка эффективных мембранных технологий для очистки воды. В данной работе исследуется процесс модификации мембранных материалов наночастицами  $TiO_2$  и  $ZnO$  для повышения их эффективности в процессах первапорации и ультрафильтрации. Разработаны и исследованы новые композитные мембраны на основе альгината натрия и полиакрилонитрила. Определены их транспортные свойства, структурные характеристики и влияние модифицирующих добавок на эффективность фильтрации.

Внедрение наночастиц оксидов металлов, в частности  $TiO_2$  и  $ZnO$ , приводит к значительному повышению производительности мембранных материалов на основе акрилонитрила (АН). В эксперименте добавление всего лишь 5% массы модификатора привело к росту удельной производительности: для композитов с оксидом титана - до  $0,122 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{ч})$ , что является увеличением в 1,85 раза по сравнению с исходной мембраной ( $0,066 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{ч})$ ), и до  $0,165 \text{ кг}/(\text{м}^2\text{ч})$  для композитов с оксидом цинка - рост в 2,5 раза. Важно отметить, что оптимальное соотношение  $TiO_2$  в составе мембраны составляет около 3% массы: при этом достигается высокая селективность разделения (до 97%), но дальнейшее увеличение концентрации приводит к снижению селективности из-за агломерации частиц и образования дефектов. Аналогичная тенденция наблюдалась для композитов АН/ $ZnO$  с содержанием 3% оксида цинка, где также отмечалось значительное повышение удельной производительности без существенного снижения селективности. Таким образом, наиболее перспективными являются мембраны типов АН/ $TiO_2$  (с 3%  $TiO_2$ ) для высокоселективных процессов и АН/ $ZnO$  с тем же процентным соотношением - для операций с повышенной удельной производительностью.

На основе полученных данных был сделан вывод, что с увеличением массовой доли полимера поток через мембрану уменьшается, а задержание увеличивается. Исходя из полученных данных, оптимальной концентрацией ПАН в растворе полимера была выбрана 17 масс. %. Следующим этапом, стало внесение в матрицу ПАН модифицирующей добавки, наночастиц диоксида титана ( $TiO_2$ ). Зависимость транспортных характеристик от содержания  $TiO_2$  в матрице ПАН представлена на рисунке.



Зависимость потока по воде (а) и задержания (б) от содержания  $TiO_2$  в матрице ПАН



## Биолюминесцентный экологический мониторинг

Автор: Эдилова Амаль Асланбековна  
10 класс, ГБОУ Школа № 1575, г. Москва

Руководители: Римашевская Анастасия Андреевна  
специалист Центра развития компетенций Проектного офиса НОЦ мирового уровня «Енисейская Сибирь», г. Красноярск

Чопорова Жанна Владиславовна  
учитель физики, ГБОУ Школа № 1575, г. Москва

Необходимы быстрые, простые и информативные методы экологической оценки. Целью настоящего исследования является оценка возможности использования иммобилизованной ферментной системы люминесцентных бактерий: NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза + люцифераза (Red+Luc) для прогнозирования потенциальной токсичности проб воды и почв. Результаты исследований показали дифференциацию интегральной токсичности по зонам. В точках отбора проб, близлежащих к объектам промышленности и автодорогам, наблюдалось наиболее сильное загрязнение, что свидетельствует об эффективности использованной методики интегральной оценки состояния сред. Мониторинг водопроводной воды показал, что самая чистая вода – ФТ Сириус, самая загрязненная – г.Красноярск. Оценка загрязнения почв России показала, что во всех исследуемых городах наблюдается сильное загрязнение почв. Мониторинг бассейна реки Мзымта позволил выявить среднее загрязнение рек Пслух и Кепша, а также сильное загрязнение реки Мзымты в черте ФТ Сириус. Ферментная система Red+Luc применима для экспрессного анализа широкого спектра проб.



## СЕКЦИЯ «БИОХИМИЯ, ФАРМАЦЕВТИКА И МЕДИЦИНА»

### Получение новых водорастворимых карбазол-содержащих фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии

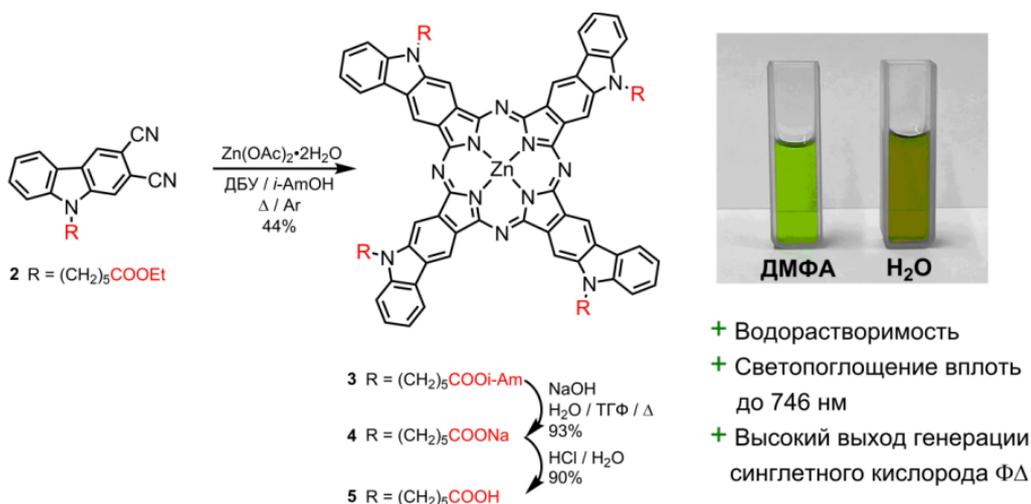
Автор: Вышинский Никита Андреевич  
11 класс, ОАНО Школа ЦПМ, г. Москва

Руководитель: Белоусов Михаил Сергеевич  
м.н.с., кафедра медицинской химии и тонкого органического синтеза, химический факультет, МГУ имени М.В.Ломоносова

За счет ряда уникальных свойств порфиразины и фталоцианины находят применение в различных областях: от медицины до инновационных фотоактивных материалов и сенсоров. При этом особый интерес представляет получение гибридных молекул, содержащих в своей структуре порфиразин и иной гетероцикл, с практически значимыми свойствами.

Целью настоящей работы являлось получение эффективных фотосенсибилизаторов на базе тетрапиррольного молекулярного остова, обладающих поглощением в диапазоне высокой прозрачности биологических тканей и перспективных для применения в фотодинамической терапии онкологических заболеваний. В качестве объекта исследования выбраны неописанные ранее анионные и неионные порфиразины, содержащие четыре фрагмента карбазола, непосредственно аннелированных к порфиразиновому кольцу. Именно расширение ароматической π-системы относительно существующих аналогов приводит к смещению максимума поглощения данных соединений в ближнюю ИК область, где высока прозрачность биологических тканей.

На первом этапе работы неописанный ранее комплекс цинка **3** был получен по реакции темплатной циклизации на основе N-замещенного дицианокарбазола **2** в присутствии ацетата цинка, при этом обнаружено протекание тандемной реакции переэтерификации по четырём сложноэфирным группам. Далее была проведена реакция щелочного гидролиза по четырём сложноэфирным фрагментам с последующей обработкой кислотой, в результате чего получена целевая тетранатриевая соль комплекса **4** и тетракарбоновая кислота **5**. Для комплексов **4** и **5** было изучено агрегационное поведение в водном растворе и в органической среде. Дополнительно определены квантовые выходы генерации синглетного кислорода в ДМФА. Все полученные соединения охарактеризованы методами UV/Vis и <sup>1</sup>H ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии MALDI TOF. С целью измерения эффективности фотодинамического действия для тетранатриевой соли **4** и тетракарбоновой кислоты **5** определены значения темновой цитотоксичности на линиях клеток HCT116 и A431.





## Оценка возможности получения цианоацетатметакрилата три-пара-толилсурьмы

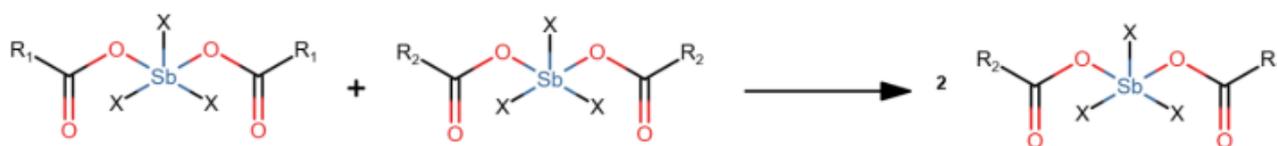
Автор: Долгов Владислав Дмитриевич  
10 класс, МБОУ «Лицей № 87 имени Л.И.Новиковой», г. Нижний Новгород

Руководители: Вахитов Владислав Рустамович  
инженер кафедры органической химии, лаборант-исследователь кафедры физической химии, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Гущин Алексей Владимирович  
д.х.н., профессор кафедры органической химии, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В настоящее время активно развивается химия карбоксилатных производных триорганосурьмы типа  $Ar_3Sb(O_2CR)_2$ . Данные соединения находят применение в различных областях науки, но наибольший интерес вызывают дикарбоксилаты, способные к сополимеризации. С их помощью возможно получение органических стекол и различных полимеров. Однако в литературе отсутствуют сведения о несимметричных дикарбоксилатах триарилсурьмы. Ранее, в исследованиях было показано, что ацетилбензоаты и ацетилсалицилаты трифенилсурьмы могут проявлять селективную цитотоксичность против раковых клеток. Важной областью применения соединений  $Sb(V)$  является лечение лейшманиоза. В висцеральной форме лейшманиоз является смертельным заболеванием, ежегодно уносящим десятки тысяч человеческих жизней. Из немногих известных лекарственных препаратов первичной терапии, доступных для лечения лейшманиоза, соединения пятивалентной сурьмы, такие как стибоглюконат натрия и антимонат N-метилглюкамина остаются, даже спустя 70 лет, наиболее важными и эффективными. Дикарбоксилаты триарилсурьмы также проявляют противопаразитарную активность.

В данной работе проведена реакция синтеза несимметричного дикарбоксилата три-пара-толилсурьмы, по реакциям переацилирования и диспропорционирования симметричных исходных дикарбоксилатов. Теоретически, производные, имеющие в составе насыщенный карбоксилатный лиганд в сочетании с ненасыщенным карбоксилатным фрагментом, могут быть использованы для получения металлосодержащих полимеров. Полученный несимметричный продукт определяли методом ЯМР по соотношению интегральных интенсивностей.



$X = Ar$

Реакция диспропорционирования



$X = Ar$

Реакция переацилирования



## Оценка состава БАД и лекарственных средств – пробиотиков по составу микроорганизмов с помощью высокопроизводительного нанопорового секвенирования

Автор: Ермакова Екатерина Артемовна  
11 класс, МБОУ «Образовательный комплекс «Пушино», г. Пушино

Руководитель: Ермаков Артем Михайлович  
к.б.н., в.н.с., доцент, ИТЭБ РАН

Рынок применения пробиотиков в качестве биологически активных добавок для улучшения здоровья обширен и продолжает расширяться. Однако контроль качества большинства доступных продуктов в этой области производится с использованием методов низкого разрешения, что может приводить к неправильной идентификации и некорректному отображению их состава. В настоящей работе мы провели анализ состава ряда коммерчески доступных пробиотиков и сравнили результаты, полученные с помощью секвенирования 16S рНК (16S) и метагеномных данных с использованием нанопорового секвенирования. Наши результаты показали, что данные нанопорового секвенирования ампликонов 16S и метагеномного анализа имеют большой потенциал для обеспечения разрешения на уровне видов для прокариот при анализе коммерческих пробиотиков.

В представленной работе с помощью самого современного метода – нанопорового секвенирования ДНК изучается таксономический состав пробиотиков, которые широко используются как БАДы или лекарственные средства, причем данный метод позволяет при минимальном техническом оснащении быстро осуществить данный анализ. В процессе распознавания электрических токов и перевода их в нуклеотидную последовательность при нанопоровом секвенировании используется искусственный интеллект. Также таксономическая идентификация обнаруженных видов осуществляется в исследовании с помощью методов биоинформатики. Представленные подходы и методы могут быть интересны не только для внедрения в систему контроля качества производимых пробиотиков, но и в другие области – медицины (быстрая идентификация патогенов), биотехнологии (например, поиск новых штаммов-продуцентов через изучение их генома), биологии (например, изучение метагеномного состава биоценозов с помощью секвенирования ДНК, причем в полевых условиях).





## Разработка прототипа системы мониторинга сердечного ритма для сбора данных и последующего анализа электрокардиограммы

Автор: Запрягайло Николай Олегович  
10 класс, ГБОУ Школа № 1547, г. Москва

Руководитель: Запрягайло Олег Валерьевич  
директор направления, ООО «ВК», г. Москва

В рамках данной работы разработан прототип системы мониторинга сердечного ритма (СМСР), в котором реализован функционал сбора данных с одного полноценного электрокардиографического отведения электрокардиограммы (ЭКГ) пациента и передачи данных в реальном времени для анализа квалифицированным медицинским специалистом, находящимся как непосредственно рядом с пациентом, так и на любом удалении от него.

Программная часть прототипа СМСР состоит из серверной и клиентской части. Серверная часть представляет собой программу, написанную на языке C/C++ с использованием стандартных библиотек Arduino и специализированных библиотек ESP8266 для прошивки микроконтроллера. Клиентская часть программного обеспечения представляет собой HTML-страницу с программным модулем на JavaScript и реализует функционал отображения интерфейса настройки хранения данных и управления отображением данных ЭКГ в реальном времени.

Предложен способ существенного повышения эффективности диагностики сердечно-сосудистых заболеваний с использованием разработанного инновационного компактного прибора, *не имеющего аналогов в мире*.

В качестве средств настройки и отображения может использовать любой смартфон или компьютер с модулем WiFi и web-браузером без установки дополнительного программного обеспечения, а несложная доработка прототипа позволяет легко его масштабировать и увеличивать количество электрокардиографических отведений.

Стоимость данного прототипа многократно ниже всех представленных на рынке систем мониторинга ЭКГ.

Внедрение СМСР с передачей данных в реальном времени и интеграцией с системой телемедицины РФ для анализа данных с использованием Искусственного Интеллекта позволит обеспечить своевременное выявление отклонений в работе сердечно-сосудистой системы всех пациентов, находящихся под наблюдением квалифицированных медицинских специалистов.





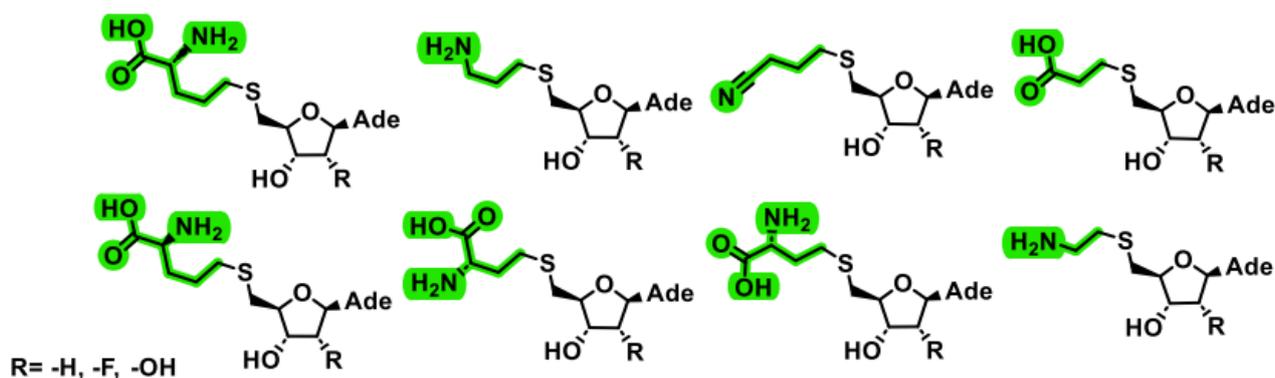
## Синтез новых стабильных аналогов *S*-аденозил-*L*-метионина: синтез, стабильность и их субстратные свойства

Автор: Куклич София Романовна  
11 класс, ГБОУ Школа имени Маршала В.И. Чуйкова, г. Москва

Соавтор: Овчинников Глеб Александрович  
11 класс, ГБОУ Школа имени Маршала В.И. Чуйкова, г. Москва

Алкилирование изменяет свойства соединений, например, увеличивает активность лекарств. Метилтрансферазы, используя в качестве источника алкильных групп дорогостоящий и неустойчивый *S*-аденозил-*L*-метионин (SAM), способны селективно алкилировать субстраты. В литературе описан метод регенерации SAM с помощью галогенидметилтрансферазы. В данной работе были получены аналоги SAM с повышенной стабильностью, их структура и стабильность подтверждены ЯМР-спектроскопией.

В ходе данной работы были синтезированы аналоги SAH, содержащие различные модификации в рибозной и аминокислотной частях молекулы (см. рис.).



Был разработан новый способ получения аналогов SAM, позволяющий синтезировать соединения, обладающие не только повышенной стабильностью, но и бóльшим сродством к МТазе. Синтетические аналоги SAM также могут быть использованы для определения субстрата, который может вступить в реакцию ферментативного алкилирования с участием модифицированной МТазы, не связывающейся с природным SAM. В будущем планируется изучить стабильность и субстратные свойства полученных аналогов, исследуя их взаимодействие с ферментом.



## Синтез новых карбоксилатных 3d, s-комплексов с ортофенилендиамином, исследование строения и биологических свойств

Автор: Морозова Мария Сергеевна  
11 класс, ГБОУ Школа № 1502, г. Москва

Соавтор: Максаков Лука Павлович  
11 класс, ГБОУ Школа № 1502, г. Москва

Руководители: Ямбулатов Дмитрий Сергеевич  
к.х.н., старший научный сотрудник ЛХКПС ИОНХ РАН

Шабалин Владимир Григорьевич  
учитель химии, ГБОУ Школа № 1502

В настоящее время для лечения туберкулёза применяют препараты, содержащие три действующих вещества (стрептомицин, изониазид, рифампицин). Эффективность этих веществ низка из-за быстро возникающего привыкания, поэтому синтез новых биологически активных веществ является *актуальной задачей*.

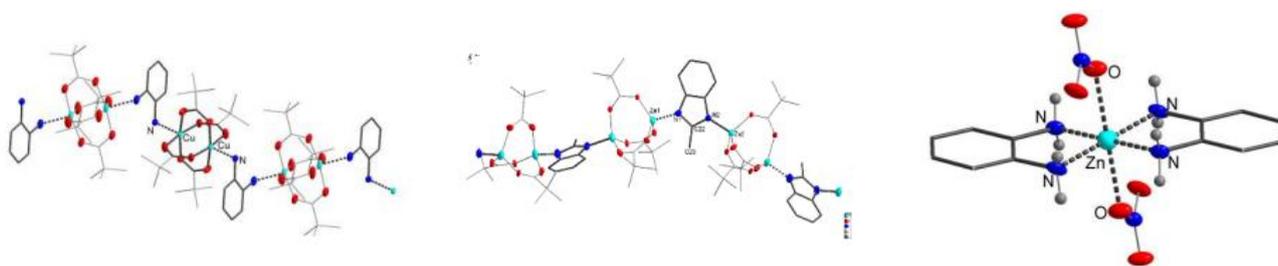
*Гипотеза* – карбоксилатные комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином будут проявлять противомикробную активность.

Основная *цель* – синтезировать новые комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином, исследовать их строение, биологические свойства.

Для достижения цели мы поставили следующие *задачи*:

1. Синтезировать исходные соли переходных металлов (триметилацетаты и ацетаты);
2. Синтезировать комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином, определить их строение;
3. Исследовать противомикробную активность полученных комплексов.

Решая поставленные задачи, нами были синтезированы карбоксилаты цинка, были получены новые комплексы переходных металлов с ортофенилендиамином (см. рис.), установлены их биологические свойства.



*Молекулярные структуры некоторых полученных соединений*





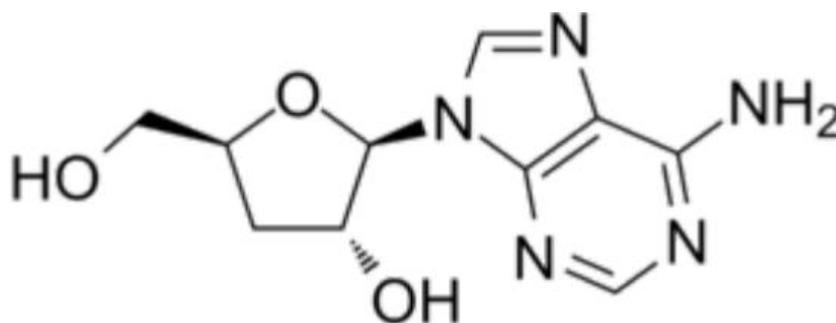
## Выявление влияния хитозана различной степени деацетилирования на синтез кордицепина как пуринового алкалоида

Автор: Совцов Игорь Игоревич  
11 класс, МБОУ лингвистическая гимназия № 6 г. Пензы, г. Пенза

Руководитель: Курмаева Алина Маратовна  
наставник направления Наноквантум АНО ДО «Кванториум НЭЛ»

Кордицепин – пуриновый алкалоид, синтезируемый представителями рода *Cordyceps*. Его главная особенность заключается в том, что он схож по структуре с аденозином. Кордицепин может применяться, как средство, подавляющее экспрессию генов раковых клеток. На данный период времени не существует оптимальной технологии масштабного культивирования данного рода. Использование Тутового шелкопряда затратно не только по времени, но и финансово. Что касается личинок Восковой моли – они не могут в полной мере удовлетворить рынок выходом продукта – кордицепина.

Необходимо разработать новую технологию производства данного алкалоида. В качестве питательного субстрата, в теории, может выступит хитозан – линейный амино- полисахрид, ежегодно образующийся гигатоннами на различных предприятиях, занимающихся отловом ракообразных. В рамках работы будет проведён широкий спектр экспериментальных работ, направленных на выявление выхода кордицепина в зависимости от свойств (СД и ММ) хитозана.



*Кордицепин – пуриновый алкалоид*



## Катионные комплексы Pt(II)

Автор: Сурова Арина Игоревна  
10 класс, ГБОУ Школа № 853, г. Москва

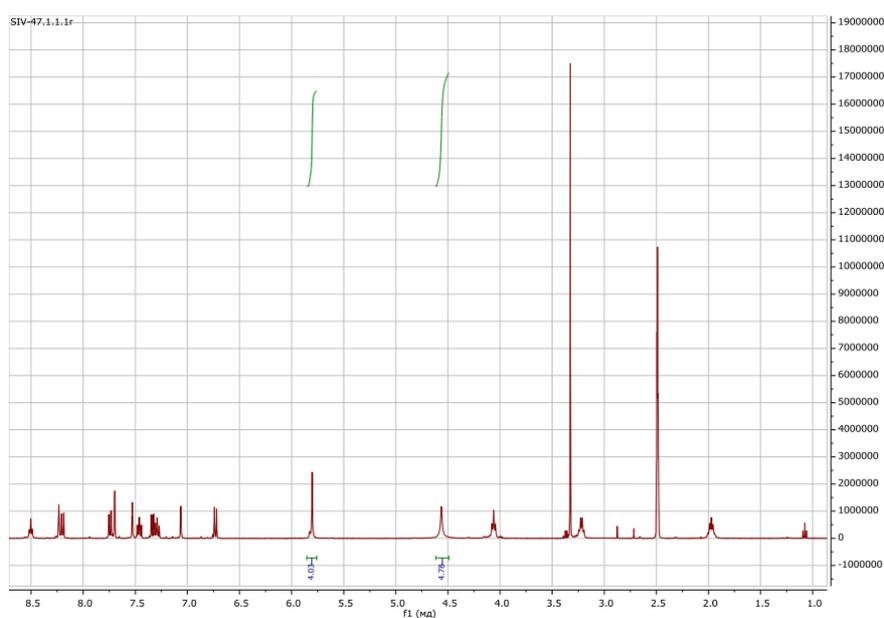
Руководитель: Назаров Алексей Анатольевич  
к.х.н., доцент, химический факультет, МГУ имени М.В.Ломоносова

Лечение рака является одной из важнейших задач современной медицины, так как онкологические заболевания остаются одной из ведущих причин смертности во всем мире. Ежегодно миллионы людей сталкиваются с диагнозом рака, и, несмотря на значительные успехи в диагностике и терапии, многие виды опухолей остаются трудноизлечимыми.

Химиотерапия является одним из основных методов лечения раковых опухолей. Лекарственные препараты должны обладать хорошей избирательностью, активностью, растворимостью, быть как можно менее токсичным для здоровых клеток. Комплексы платины являются одними из самых широко применяемых химиотерапевтическими препаратами. Цисплатин, карбоплатин и оксалиплатин представляют три поколения противоопухолевых препаратов, разрешенных к применению во всем мире. Однако низкая избирательность, высокая токсичность, резистентность и еще ряд побочных эффектов могут ограничивать их применение.

Разработка новых противоопухолевых препаратов является одной из наиболее актуальных задач современной медицины. Несмотря на значительные успехи в области химиотерапии, многие существующие препараты, такие как цисплатин, обладают серьезными побочными эффектами и ограниченной эффективностью в отношении некоторых типов опухолей. Ожидается, что полученные в результате работы комплексы будут обладать синергетическим эффектом, сочетающим цитотоксическое действие платины и способность лонидамин нарушать энергетический метаболизм раковых клеток.

*Цель исследования:* разработка методик получения катионных комплексов платины, их синтез и анализ полученных соединений.





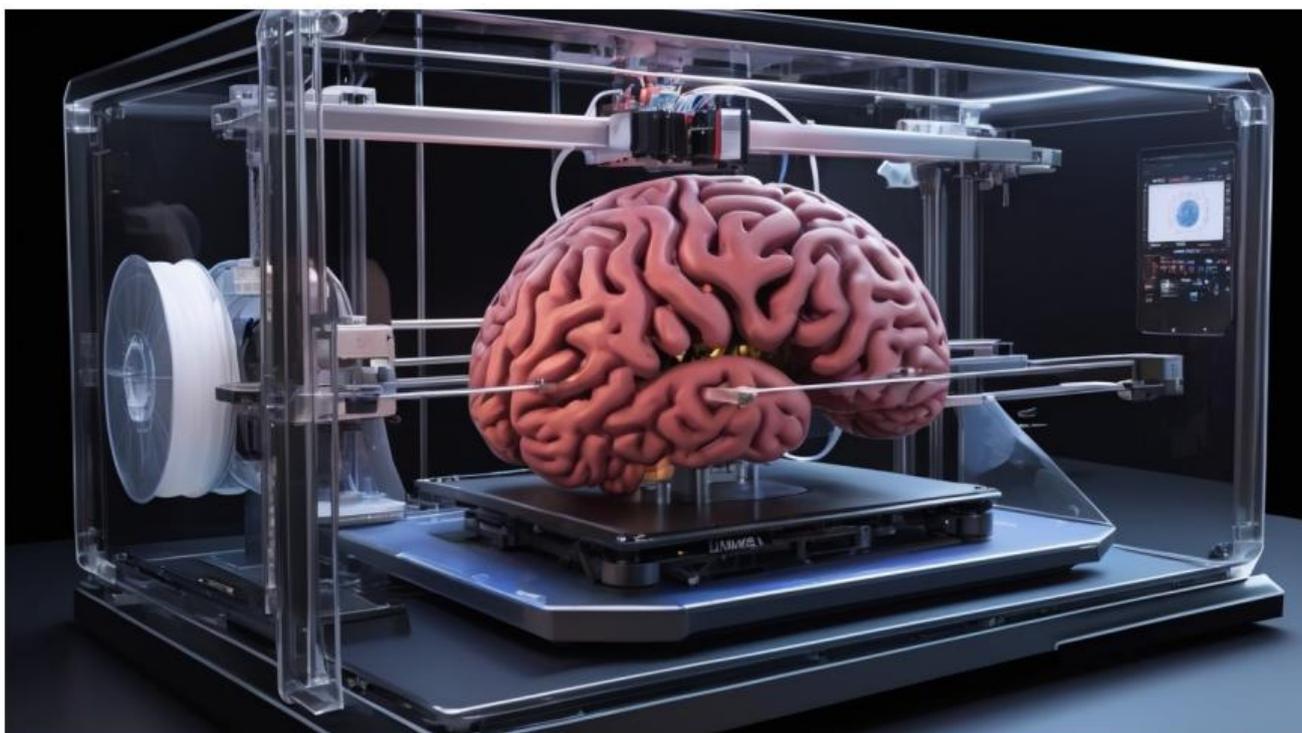
## Создание прототипа трёхмерного учебного пособия, иллюстрирующего пространственное расположение структур лимбической системы в мозге человека, методом 3d-печати

Автор: Черкас Ангелина Дмитриевна  
7 класс, ОЧУ СОШ "Лидер", г. Москва

Руководитель: Киселев Георгий Георгиевич  
частный преподаватель биологии и химии, фрилансер

Лимбическая система – это совокупность структур головного мозга, расположенных по границе мозолистого тела., долгое время считавшаяся ответственной лишь за генерацию эмоций. Однако с начала семидесятых годов стало известно, что она участвует в сложных процессах, таких как пространственная навигация, долговременная память, и некоторые формы мышления. На её основе специалисты по машинному обучению разработали нейросетевую архитектуру, известную как машина Толмана-Эйхенбаума, которая поможет системам ИИ лучше запоминать контекст и понимать физическую реальность. Машина Толмана-Эйхенбаума — важный шаг к созданию общего искусственного интеллекта. Несмотря на значимость лимбической системы для современной нейробиологии и наук о машинном обучении, эта тема слабо представлена в школьной программе. Отсутствуют учебные пособия, объясняющие школьникам пространственное расположение отдельных элементов лимбической системы в мозге человека.

В данной работе мы представляем вашему вниманию процесс создания уникального прототипа учебного пособия, иллюстрирующего расположение различных элементов лимбической системы в мозге человека. Прототип был создан в виде трехмерной модели в приложении 3ds Max и впоследствии распечатан на оборудовании компании Lab3dprint методом лазерной стереолитографии (SLA). В качестве материала для создания прототипа использовался – фотополимер. Модель наглядна и не перегружена деталями, таким образом, понятна для школьников восьмого и девятого классов и может быть вполне использована на уроках в школах для объяснения темы «строение лимбической системы».





## Влияние сахарного диабета 2 типа на экспрессию гена *DEFB1* у пациентов с кариесом

Автор: Чумакова Яна Сергеевна  
11 класс, ГБОУ Школа № 1998, г. Москва

Руководитель: Медведева Анастасия Владимировна  
учитель биологии, ГБОУ Школа № 1998, г. Москва

Консультант: Насаева Екатерина Дмитриевна  
к.м.н., доцент кафедры иммунологии МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им Н. И. Пирогова

Сахарный диабет относится к эндокринным заболеваниям. Это заболевание развивается, когда инсулин, гормон поджелудочной железы, способствующий усвоению глюкозы, не выделяется или не действует на ткани. Дефицит инсулина имеет серьезные системные последствия, вызывая тяжелые метаболические нарушения во всех внутренних органах и тканях. Некоторые гены, отвечающие за развитие эмали и состав слюны, могут влиять на восприимчивость к кариесу. Например, мутации в гене *DEFB1*, ответственном за кодирование beta-defensin-1 (hBD-1), отвечающего, в свою очередь, за формирование эмали, могут привести к ее дефектам, что делает зубы более подверженными к разрушению кариесом. Также ген *DEFB1*, кодирует белок, обеспечивающий антимикробную активность слюны. В исследование включено 27 человек: 12 человек, болеющих сахарным диабетом, 6 человек без диабета, но с кариесом, 9 человек без диабета и без кариеса. Был взят соскоб в полости слизистой рта. Первым этапом проводилось выделение РНК из биологического материала. Следом проводился синтез кДНК с помощью реакции обратной транскрипции. После получения комплементарной ДНК мы оценивали профиль экспрессии гена *DEFB1*. Экспрессию оценивали методом дельта-дельта Ct, также известный как метод  $2^{-\Delta\Delta Ct}$  представляет собой простую формулу. Она используется для расчета относительной экспрессии генов складки образцов при проведении полимеразной цепной реакции в реальном времени. В данной работе был исследован уровень экспрессии гена *DEFB1* в слизистой оболочке рта у людей с сахарным диабетом и без него при помощи метода ПЦР-РВ. Уровень экспрессии гена *DEFB1* выше у людей с кариесом, так как организм компенсирует повышенную бактериальную нагрузку в ротовой полости. Кариес вызывается бактериями, которые разрушают зубную эмаль, и вызывают воспаление. В ответ на это, организм усиливает экспрессию гена, чтобы производить больше белка beta-defensin-1 (hBD-1) для борьбы с бактериями.



Практическая часть (приготовление смеси для проведения ПЦР)

