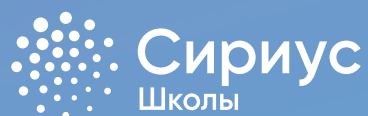


НИТИ 2026

журнал научно-технологических проектов



Школы — ассоциированные партнеры «Сириуса» | «Большие вызовы»



Вступительное слово директора Академии талантов

Современный экономический уклад требует от квалифицированного специалиста умения мыслить и действовать в проектной плоскости – исследование, прототип, технологическое решение. Именно поэтому проектная деятельность школьников сегодня перестает быть факультативом и становится полноценной частью подготовки в инженерных, естественно-научных и информационно-технологических направлениях.

В этом журнале представлены исследовательские и практические работы обучающихся образовательных организаций Санкт-Петербурга – победителей и призеров двух конкурсов: Международного конкурса научно-технологических проектов «Большие вызовы» и конкурса проектов среди участников проекта «Школы – ассоциированные партнеры «Сириуса».

Академия талантов, будучи центром выявления и поддержки одарённых детей Северной столицы, выступает организатором регионального конкурса «Большие вызовы» и является координатором проекта «Школы – ассоциированные партнеры «Сириуса». Мы консультируем педагогов, помогаем школьникам пройти путь от идеи к реализации проекта, привлекаем научных и отраслевых партнеров для наставничества и экспертной оценки результатов проделанной работы. Мы замечаем, как из года в год растет и уровень работ петербургских школьников, и культура их защиты. Участники конкурсов формулируют серьезные научные гипотезы и представляют готовые прототипы. Петербургское образовательное сообщество видит: школьники готовы работать с профессиональными задачами!

Тематика проектов 2025–2026 учебного года охватывает широкий спектр направлений – от искусственного интеллекта, беспилотных систем и экологического мониторинга до биотехнологий, материаловедения и инженерии. Ребята работают с реальными данными, обучают нейросети, собирают прототипы устройств и проводят эксперименты, которые выходят за пределы школьной программы.

Эксперты отмечают, что многие работы старшеклассников уже сегодня находятся на уровне студенческих исследований. Совершенствуя свои проекты с учетом обратной связи экспертов, ребята из 7–8 классов достигают высоких учебных результатов и создают фундамент для пути в науку.

Этот журнал мы адресуем школьникам, их наставникам, отраслевым партнерам, которые уже принимают активное участие в научно-технологической проектной деятельности или только готовятся вступить на этот путь. Надеемся, что представленные работы станут для многих отправной точкой для собственных проектов или исследований.

Егор Киреев

СИСТЕМА ИДЕНТИФИКАЦИИ МОЛОДЫХ ПОБЕГОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО РОБОТА-ГАЗОНОКОСИЛКИ

Робототехника, физика, программирование



Брант Роман

7с класс, ГБОУ Лицей № 533

Проблема

Современные роботы-газонокосилки, используемые для ухода за большими территориями (парки, промышленные зоны), хорошо скашивают траву, но не могут отличить нежелательную молодую поросль деревьев и кустарников от твердых препятствий (столбы, ограждения, тросы). Ни одна из современных систем для коммерческого использования не решает эту задачу: видеокамеры требуют сложного обучения нейросетей и зависят от освещения, а лидары и ультразвуковые датчики не способны классифицировать объекты по их природе.

Цель проекта

На базе платформы LEGO Mindstorms Education EV3 разработать и собрать рабочий прототип системы распознавания молодых побегов (высотой 10–50 см) с точностью не менее 80%.

Решение

В основе разработки системы распознавания лежит принцип распознавания видов препятствий по признаку упругости. Для измерения этого свойства разработана конструкция «бампера» — поперечины с массивом аналоговых датчиков нажатия. В момент контакта датчик регистрирует силу давления, а алгоритм оценивает поведение объекта.

Логика принятия решения:

- Если при нажатии объект прогибается, он классифицируется как «молодой побег», и робот продолжает движение, срезая его.
- Если объект остается на месте, он классифицируется как «постоянное препятствие», и робот подает команду на объезд.

Реализация проекта

Прототип собран на базе трехколесного ровера из элементов LEGO Mindstorms EV3. В качестве исполнительного механизма используется поперечина с датчиками касания. Программное обеспечение написано в среде разработки CLEV3R IDE.

Для проверки концепции были проведены стендовые испытания на симуляциях объектов (из-за зимнего периода тесты на реальных растениях не проводились). В ходе испытаний прототип успешно различал жесткие препятствия и упругие макеты, демонстрируя заложенную логику селекции.

Сравнительный анализ показал, что предложенный метод определения гибкости препятствия выгодно отличается от машинного зрения, SLAM и лидаров: он проще, дешевле в реализации и не подвержен влиянию погодных условий или загрязнения оптики. Это делает его жизнеспособным дополнением к уже существующим навигационным системам роботов-газонокосилок.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанный прототип доказывает, что принцип селекции «растение–препятствие» на основе упругости может быть успешно интегрирован в промышленные газонокосилки. Это позволит автоматизировать удаление нежелательной поросли без увеличения стоимости оборудования и снизит затраты на ручную обработку территорий.

В будущем для повышения надежности системы рекомендуется использовать отдельный манипулятор с режущим элементом (типа «секатор») вместо основного ножа газонокосилки, чтобы избежать его поломки, и добавить тонкую настройку чувствительности датчиков в зависимости от внешних условий (влажность, тип почвы).

Региональный этап конкурса проектов обучающихся образовательных организаций Санкт-Петербурга, участников проекта «Школы – ассоциированные партнёры «Сириуса»

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ: ПРИМЕНЕНИЕ В ДРОНАХ

Информатика, физика,
робототехника



**Василенко Кирилл,
Ямнов Алексей**

7.4 класс, ГБОУ «ИТШ № 777»

Проблема

Традиционные системы мониторинга лесных пожаров — наземное патрулирование, авиация и спутники — имеют серьезные ограничения: малый охват территорий, высокая стоимость, зависимость от погоды или недостаточное пространственно-временное разрешение. Поэтому очаги возгорания на начальной стадии часто остаются незамеченными и распространившиеся пожары наносят колоссальный экологический и экономический ущерб.

Цель проекта

Разработать и экспериментально проверить программно-аппаратный комплекс на базе беспилотного летательного аппарата для автоматического распознавания очагов возгорания, использующий алгоритмы компьютерного зрения.

Решение

Для решения задачи авторы создали прототип системы, который включает три ключевых элемента.

- Обученные нейросетевые модели: для бинарной классификации изображений на наличие огня использована сеть ResNet18, а для точной локализации очагов на кадре — модель YOLOv8. Для обучения был собран и размечен датасет, содержащий более 5000 изображений огня, дыма и похожих объектов.

- Аппаратная часть: беспилотник с цифровой видеосистемой DJI O4 Air Unit, видеопоток с которого передается на наземную станцию через связь протоколов RTSP и RTMP.

- Программное обеспечение, которое в реальном времени обрабатывает этот поток, отображает обнаруженные очаги и для повышения надежности использует метод Grad-CAM, визуально показывая оператору, на какие области изображения ориентировалась нейросеть при принятии решения.

Испытания показали, что система обрабатывает видеопоток со скоростью около 30 кадров в секунду при задержке менее 150 миллисекунд, а точность классификации модели ResNet18 достигла 94%.

Практическое применение решения и перспективы

Данный прототип может применяться для оперативного патрулирования локальных участков лесного фонда в пожароопасный период, помогая оператору быстрее получать информацию и снижая нагрузку на человека. В перспективе система может быть усовершенствована для работы непосредственно на борту дрона, расширена для всепогодного мониторинга с использованием инфракрасных камер и дополнена функцией автоматической передачи координат обнаруженного очага.

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОНТОГЕНЕЗА ПАПОРОТНИКА: ОТ ГЕРБАРИЯ ДО МИКРОПРЕПАРАТА

Биология, экология



Волочанова Мария

7А класс, ГБОУ СОШ № 77

Проблема

Папоротники являются классическим базовым объектом для изучения чередования поколений и эволюции жизненных циклов высших растений, однако в школьной и дополнительной образовательной практике отсутствует систематизированное описание всех стадий их онтогенеза с наглядным иллюстративным сопровождением. Имеющиеся учебные материалы не содержат детальных данных о сроках и условиях прохождения отдельных этапов развития в реальном времени, что не позволяет выстроить целостную картину жизненного цикла. Но понимание механизмов размножения и развития растений необходимо для их сохранения и рационального использования природных ресурсов.

Цель проекта

Провести комплексное исследование жизненного цикла папоротника путём практического изучения его развития, морфологических особенностей и клеточного строения с созданием наглядной научной базы в виде гербария, фотоматериалов и микропрепаратов.

Методология исследования

В ходе работы был проведён анализ научной литературы по систематике, морфологии и размножению папоротников. Для сбора полевого материала

использовался метод маршрутных наблюдений с определением видов с помощью электронного определителя. Лабораторный этап включал методы гербаризации, микроскопии и постановку эксперимента по проращиванию спор в искусственно созданных условиях (микротеплица). Проводилось регулярное фенологическое наблюдение за развитием гаметофитов с фиксацией промежуточных состояний.

Результаты

- Успешно проведена часть эксперимента по воспроизведению жизненного цикла папоротника от споры до заростка.
- Изготовлен микропрепарат, позволяющий детально изучить клеточное строение гаметофита папоротника.
- Созданы обучающие материалы, которые могут быть использованы на уроках биологии в 7 и 11 классах: гербарный материал папоротников, интерактивная модель жизненного цикла папоротника, биологический рисунок, отражающий анатомические особенности заростка.

Перспективы исследования

Дальнейшая работа может быть направлена на завершение эксперимента по получению молодого спорофита и сравнительный анализ темпов развития разных видов папоротников в одинаковых лабораторных условиях.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛИТИК ХРАНЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ КОПИЙ СУБД POSTGRESQL В УТИЛИТЕ WAL-G

Информатика, программирование



Конжин Никита

10А класс,
ГБОУ Лицей № 393

Проблема

Современные системы управления базами данных не имеют встроенных механизмов реализации политик хранения, включая автоматическое удаление устаревших копий. Поэтому хранилища данных переполняются, снижается производительность серверов. Контроль ситуации требует постоянной ручной настройки планировщиков задач (cron), что отнимает время администраторов и повышает риск ошибок.

Цель проекта

Создать программу для автоматической реализации политик хранения в WAL-G (приложение системы управления данными Jatoba) с целью решения проблемы нехватки программного обеспечения у разработчиков и системных администраторов.

Решение

На основе технического задания от компании-партнёра «Датаджайл» создано консольное приложение на языке Go, которое с заданной периодичностью проверяет хранилище WAL-G и удаляет бэкапы, не соответствующие заданным правилам. Политики настраиваются через JSON-файл: указываются максимальный срок хранения (в днях) и предельное количе-

ство полных копий. Программа запускает параллельный процесс очистки, используя штатные команды WAL-G, и ведёт подробное логирование всех действий.

В ходе тестирования на реальном стенде компании утилита успешно очищала хранилище в автоматическом режиме, не вмешиваясь в основную работу систем управления базами данных. По отзывам ведущего инженера, приложение полностью соответствует требованиям, удобно в настройке и не требует ручного вмешательства после запуска.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанная утилита уже внедрена в компании «Датаджайл» и будет включена в состав программного комплекса «Jatoba». Она может использоваться любыми организациями и разработчиками, работающими с PostgreSQL, для автоматизации обслуживания резервных копий, снижения нагрузки на администраторов и повышения надёжности хранения данных. В перспективе возможна адаптация инструмента для других СУБД, поддерживаемых WAL-G, и интеграция с более широкими системами мониторинга.

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОСТУПАТЕЛЬНО- ВОЗВРАТНОГО МЕХАНИЗМА

Информатика, 3D-моделирование



Самерсов Алексей

8 класс, ГБОУ гимназия № 642
«Земля и Вселенная»

Проблема

Существующие демонстрационные модели механических систем недостаточно наглядны, доступны и безопасны. Виртуальные симуляторы (Fusion 360, SolidWorks, Tinkercad) не дают тактильного опыта и не позволяют исследовать реальные физические процессы, промышленные демонстрационные стенды дорого стоят, неразборны и требуют специальных помещений для размещения. Модели из открытых репозиторий часто не адаптированы под конкретные типы 3D-принтеров и требуют сложной доработки, что затрудняет их использование в учебном процессе.

Цель проекта

Создать печатаемую на FDM-принтере 3D-модель поступательно-возвратного механизма, демонстрирующую преобразование вращательного движения в поступательное и оптимизированную под технические возможности FDM-принтера Neptune 4 Pro.

Решение

На основе анализа конструктивных особенностей поступательно-возвратных механизмов и существующих аналогов разработана концепция демонстрационного макета с реечным механизмом. В среде трёхмерного

моделирования созданы модели всех элементов (рейки, шестерёнки, опоры шестерёнки, вращающегося элемента и его держателя) с учётом технологических допусков FDM-печати. Конструкция спроектирована таким образом, чтобы обеспечивать подвижность механизма в сборке без постобработки деталей.

В ходе тестовой печати проверены посадки и внесены корректировки в модели. Финальная печать комплекта деталей заняла 6 часов при расходе PLA-пластика 180 граммов. В ходе испытаний готового механизма подтверждена его работоспособность: вращение шестерёнки приводит к линейному перемещению рейки, конструкция обеспечивает необходимую подвижность всех элементов.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанная модель может применяться в качестве демонстрационного пособия на уроках физики, информатики и в кружках технического творчества при изучении основ механики и кинематики. В перспективе планируется интеграция модели с электронными системами (датчиками положения, Arduino) для расширения функциональности и использования в учебных лабораториях, а также адаптация конструкции для создания методического комплекта для педагогов.

АРЕНОВЫЕ ФЛУОРОФОРЫ – ПРОИЗВОДНЫЕ ХАЛКОНА: СИНТЕЗ, КОМПЛЕКСО-ОБРАЗОВАНИЕ, ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Химия, материаловедение



Филиппов Егор

10-2 класс, Вторая
Санкт-Петербургская
Гимназия

Проблема

Халконы – перспективный класс органических веществ, обладающих способностью к флуоресценции. Благодаря этим свойствам халконы могут быть интегрированы в процессы био-визуализации, создания OLED-дисплеев и разработку новых материалов. Однако спектральные характеристики многих замещенных производных халконов изучены недостаточно полно, что ограничивает их применение в разных областях.

Цель проекта

Синтезировать серию замещенных халконов и исследовать их фотофизические свойства.

Методология исследования

В рамках работы был проведен комплексный анализ научной литературы по химии красителей и свойствам халконов. Синтез трех целевых соединений (Ch-1 – 1-фенил-3-(п-диметиламинофенил)-2-пропенон-1, Ch-4 – 4-(п-диметиламинофенил)-3-бутенон-2, Ch-7 – 1-фенил-3-(3-метокси-4-гидроксифенил)-2-пропенон-1) осуществляли с помощью реакции Кляйзена-Шмидта в щелочной среде, что позволило упростить методику и повысить выход продуктов. Чистоту полученных веществ контролировали

методом тонкослойной хроматографии, а строение подтверждали измерением температур плавления. Для изучения фотофизических свойств использовали методы электронной спектрофотометрии и флуориметрии, а для оценки комплексообразования с ионами металлов – метод изомольных серий.

Результаты

Разработана оптимизированная методика синтеза, позволяющая получить три халкона с высоким выходом. Установлены спектральные характеристики соединений и зафиксированы их спектры поглощения и флуоресценции. Показано, что для соединения Ch-1 с диметиламиногруппой интенсивность флуоресценции иона тербия возрастает при определенных соотношениях компонентов, что указывает на образование комплексов или экранирование иона объемной π -системой лиганда.

Перспективы исследования

Следующий этап исследования – получение полной спектральной картины всех соединений и создание на их основе структурированной базы данных. Эта работа станет основой для установления важных корреляций «структура-свойства» и в будущем может быть применена в создании материалов на основе халконов.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Информатика, программирование



Швалев Дмитрий

10А класс,
ГБОУ Гимназия № 261

Проблема

Классические инструменты оценки серверных нагрузок (JMeter, k6, Locust) не адаптированы к распределенным и микросервисным структурам. Такие инструменты оценивают только устойчивость системы к резкому увеличению количества запросов по заранее написанным сценариям. Этого функционала недостаточно для проверки устойчивости архитектуры системы и ее способности к восстановлению после перегрузки.

Цель проекта

Разработать инструмент нагрузочного тестирования, который сможет выявлять архитектурные ограничения серверных систем и потенциальные уязвимости к перегрузке от большого количества запросов или отправки вредоносных данных.

Решение

На основе сравнительного анализа эволюции серверных архитектур и существующих решений для нагрузочного тестирования разработана трехфазная методика тестирования ArchAudit, которая включает ступенчатое увеличение нагрузки, анализ поведения системы под пиковыми значениями и оценку скорости восстановления после перегрузки.

- На первом этапе тестирования (фаза разведки) определяется уровень нагрузки, при котором наблюдаемые метрики начинают ухудшаться нелинейно, сигнализируя о достижении предела пропускной способности (точка излома).
- На втором этапе (фаза нагрузочного тестирования) деградации производительности — постепенного роста задержек или увеличения числа ошибок в процессе теста, что может указывать на проблемы с управлением ресурсами.
- На третьем этапе (фаза восстановления) измеряется время, необходимое для нормализации всех ключевых показателей (латентности, частоты ошибок).

Реализация проекта

Инструмент ArchAudit построен по трехкомпонентной модели, которая состоит из плоскости управления, плоскости данных и аналитического модуля. Благодаря распределению функций между компонентами ArchAudit эффективно планирует сценарии тестирования, генерирует нагрузку, обрабатывает данные и формирует отчеты и рекомендации. ArchAudit реализован на языке программирования Go. Среда Go наиболее соответствует требованиям нагрузочного тестирования: позволяет создавать множество задач при минимальных расходах на память и переключение контекста, обеспечивает быструю установку соединений и обработку запросов, легко интегрируется в автоматизированные ковейеры тестирования и экономит оперативную память.

В ходе тестирования ArchAudit на пробном серверном стенде подтверждена возможность генерации нагрузки до 20 000 запросов в секунду с точностью контроля $\pm 3\%$ и выявления точки излома производительности тестируемой системы.

Практическое применение решения и перспективы

ArchAudit позволяет разработчику малого стартапа самостоятельно проводить анализ архитектуры продукта. Раннее выявление проблем предотвращает дорогостоящие инциденты в продакшене и экономит ресурсы на облачной инфраструктуре.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ВИКТОРИН В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Информатика, программирование,
педагогика



Браун Михаил

10А класс,
ГБОУ Гимназия № 261

Проблема

В современной российской школе активно используются цифровые инструменты для повышения вовлеченности учеников и оперативной проверки знаний. Однако среди отечественных разработок наблюдается нехватка простых, удобных и при этом бесплатных сервисов для проведения интерактивных опросов и викторин в реальном времени. Большинство существующих решений либо имеют ограниченный функционал, либо требуют платной подписки, либо сложны в освоении. Это затрудняет системное внедрение игровых форматов обучения в повседневную образовательную практику и снижает эффективность использования цифровых технологий на уроках.

Цель проекта

Разработать на языке Python функциональное веб-приложение для проведения многопользовательских викторин в реальном времени.

Решение

На основе анализа существующих платформ для проведения викторин (Kahoot!, Quizizz, MyQuiz) спроектирована архитектура собственного веб-приложения на базе фреймворка Flask с использованием библиотеки Flask-SocketIO для обеспечения син-

хронной связи в реальном времени. Разработана серверная часть на Python, реализующая всю игровую логику: создание игр с генерацией уникального кода, подключение игроков, последовательную отправку вопросов с таймером, прием и обработку ответов с начислением бонусных очков за скорость, формирование турнирной таблицы. Клиентская часть реализована на HTML и CSS с адаптивным дизайном для работы на любых устройствах.

Тестирование проведено в два этапа: модульное тестирование всех функций и функциональное тестирование с участием добровольцев, подключающихся с разных устройств (ноутбуки, планшеты, смартфоны). Результаты подтвердили синхронную работу таймера с погрешностью не более 0,5 секунды на всех клиентах, стабильную работу при одновременном подключении до 8 участников и корректный подсчет очков. Приложение полностью работоспособно, не требует установки и может функционировать в локальной сети школьного сервера без доступа к интернету.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанное приложение может быть внедрено в образовательный процесс любой школы для проверки знаний на уроках, проведения внеклассных мероприятий и организации дистанционных занятий в игровой форме. В перспективе планируется добавление базы данных для сохранения созданных викторин и истории игр, поддержка мультимедийных вопросов, расширение типов заданий (множественный выбор, ввод ответа) и реализация командного режима игры.

Региональный этап конкурса проектов обучающихся
образовательных организаций Санкт-Петербурга, участников
проекта «Школы – ассоциированные партнёры «Сириуса»

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ТВЕРДЕНИЯ ОГНЕУПОРНЫХ БЕТОНОВ

Химия, физика, материаловедение



Гудовских Юлия

7С класс, ГБОУ лицей № 533

Проблема

Для контроля качества огнеупорных бетонов важно точно знать сроки начала и конца схватывания (время, когда смесь теряет подвижность и затвердевает). Однако стандартный метод определения этих сроков с помощью иглы, применяемый для обычных строительных цементов, не подходит для огнеупорных бетонов из-за наличия в них крупных твёрдых частиц. Отсутствие надёжного способа определения сроков твердения огнеупорных бетонов в условиях промышленного производства приводит к проблемам с контролем качества и разногласиям между производителями и потребителями.

Цель проекта

Разработать и экспериментально обосновать методику определения сроков схватывания огнеупорных бетонов с помощью измерения скорости прохождения звуковых волн.

Методология исследования

На этапе теоретической разработки проведён анализ научной литературы по составу и свойствам огнеупорных цементов и существующим методам контроля твердения.

В рамках экспериментальной части работы на стандартном приборе Вика с иглой были определены сроки схва-

тывания цементного теста для получения контрольных значений. Параллельно на этом же материале с помощью ультразвукового толщиномера измерялась скорость прохождения звука в процессе затвердевания.

На основе полученных данных была построена зависимость скорости звука от времени и проведено сравнение с результатами стандартного метода.

Результаты

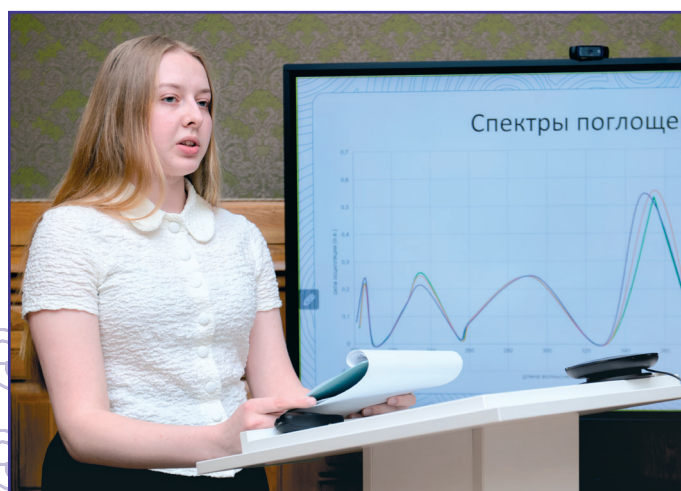
Сравнение данных, полученных стандартным методом и методом измерения скорости звука, показало, что интервал резкого изменения скорости звука совпадает с интервалом схватывания цемента. Таким образом, гипотеза о принципиальной возможности определения сроков схватывания акустическим методом подтвердилась. При этом было установлено, что для дальнейшей работы с бетонами, содержащими крупные заполнители, необходимо использовать прибор с двумя датчиками, а не с одним, как в использованном толщиномере.

Перспективы исследования

В дальнейшем планируется создание опытного образца прибора с двумя датчиками для измерения скорости звука в бетонах. Также необходимо провести серию экспериментов для подбора оптимальной частоты ультразвука и размера измерительной ячейки, чтобы разработать методику, пригодную для использования в заводских лабораториях и на производственных предприятиях.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОДИФИКАЦИЙ КРАСИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DFT-МЕТОДА

Химия, биология, физика



Егорова Анна

10Б класс, ГБОУ школа №197

Проблема

Эффективность флуоресцентных красителей для визуализации клеточных структур и процессов зависит от их физико-химических свойств, таких как растворимость, проницаемость через мембрану и спектральное поведение. Большинство коммерчески доступных красителей являются иностранными разработками, что создаёт зависимость от импортных поставок. Разработка и первичный анализ новых отечественных производных красителей требует временных и материальных затрат на лабораторный синтез, что замедляет поиск оптимальных соединений для биологических исследований.

Цель проекта

Исследовать новые производные известных красителей, оценив их потенциальную применимость в качестве агентов для детектирования биологических систем.

Методология исследования

В основе работы – теоретический анализ научной литературы по квантовой химии и методам моделирования. Для расчёта электронной структуры молекул применялся метод теории функционала плотности (DFT) в программе ORCA, позволяющий моделировать спектры поглощения и излучения,

а также рассчитывать термодинамические характеристики соединений. Оценка липофильности проводилась с использованием программного обеспечения SwissADME, которое рассчитывает коэффициент распределения $\log P$, характеризующий способность молекул проникать через клеточную мембрану.

Результаты

Получены спектры поглощения и излучения для двух новых модификаций резазурина, а также для исходного соединения. Спектры поглощения всех трёх молекул оказались близкими, что подтверждает схожесть их химической природы. Спектры излучения показали значительные различия: одна из модификаций продемонстрировала более высокую интенсивность излучения, что может обеспечить более яркое окрашивание клеток. Термодинамические расчёты показали отрицательную энергию Гиббса для всех соединений, что характерно для красителей, активирующихся в специфических условиях. Коэффициент липофильности модификаций находится в диапазоне, благоприятном для проникновения через клеточную мембрану.

Перспективы исследования

В дальнейшем планируется экспериментальная проверка полученных теоретических данных на живых клеточных культурах для подтверждения прогнозируемых свойств. Также возможно проведение сравнительного анализа с более широким набором структурных аналогов резазурина для выявления наиболее перспективных кандидатов среди новых соединений.

МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ КУРКУМИНА НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Химия, фармацевтика



Емельянова Яна

10.2 класс, ГБОУ «ИТШ 777»

Проблема

На фармацевтическом рынке представлено множество биологически активных веществ, однако их эффективность часто ограничена отсутствием удобных и надежных капсульных форм, способных доставлять активный компонент точно в нужный отдел желудочно-кишечного тракта. Большинство существующих препаратов либо разрушаются в желудке, либо высвобождают вещество слишком быстро, не обеспечивая пролонгированного действия. В качестве одного из перспективных веществ для создания таких капсульных препаратов может выступать куркумин — природный компонент с доказанными полезными свойствами для кишечника, однако для его эффективного применения требуется разработка специальной защитной оболочки, которой на данный момент недостаточно в ассортименте доступных средств.

Цель проекта

Создать кишечнорастворимые микрокапсулы на основе природного полимера альгината натрия для защиты куркумина и его контролируемого высвобождения в кишечнике человека.

Решение

В ходе работы была изучена технология ионотропного гелеобразования, позволяющая формировать оболочку

микрокапсул за счет взаимодействия альгината натрия с ионами кальция. Проведен сравнительный анализ водных и спиртовых экстрактов куркумы, по результатам которого для инкапсуляции был выбран водный экстракт — он показал наилучшую совместимость с биополимером и обеспечивал однородность субстанции. Микрокапсулы получены методом капельного внесения раствора альгината с куркумином в раствор хлорида кальция, что позволило добиться сферической формы и одинакового размера частиц (около 1 мм после высушивания). Тестирование в модельных средах желудочно-кишечного тракта подтвердило, что оболочка из альгината натрия устойчива в кислой среде желудка и растворяется только при pH, соответствующем тонкому кишечнику; активное вещество высвобождалось именно в щелочной среде, что обеспечивает его целевую доставку.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанные микрокапсулы могут применяться в качестве основы для производства биологически активных добавок и лекарственных препаратов пролонгированного действия с повышенной эффективностью. В перспективе данная технология может быть адаптирована для других биологически активных веществ и использована в ветеринарии для маскировки вкуса лекарств в кормах, а также в сельском хозяйстве для создания удобрений с контролируемым высвобождением.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА ТЕМПЫ ИХ РАННЕГО РАЗВИТИЯ

Биология



Зотов Лев

7Б класс, ГБОУ школа № 518

Проблема

В современном сельском хозяйстве остро стоит вопрос повышения урожайности зерновых культур. Семена пшеницы прорастают медленно и неравномерно, из-за чего всходы подвергаются воздействию болезней и сорняков, общая продуктивность посевов снижается. В связи с этим возникает необходимость поиска доступных и эффективных методов предпосевной обработки, способных ускорить прорастание и обеспечить дружные всходы.

Цель проекта

Выявить наиболее эффективный метод предпосевной обработки семян пшеницы, обеспечивающий высокие показатели темпов их раннего развития.

Методология исследования

Для достижения цели был проведён экспериментальный сравнительный анализ четырёх различных методов обработки семян: обработка 3% раствором перманганата калия (протравливание для обеззараживания), обработка 3% раствором перекиси водорода (в качестве стимулятора роста), замачивание в водопроводной воде и термическое прогревание в печи при температуре 37°C. В качестве объекта исследования использовались семена яровой пшеницы, кото-

рые были разделены на пятнадцать групп по сто зёрен в каждой (по три повторности на каждый метод и контроль). Одна группа семян оставалась без обработки и служила контролем. Обработанные семена помещались во влажную среду в чашки Петри при комнатной температуре. В ходе эксперимента фиксировалось время появления первых всходов, время, когда проросла половина семян, и время полного прорастания всей группы.

Результаты

В ходе исследования гипотеза о том, что обработанные семена взойдут быстрее, подтвердилась. Все методы обработки продемонстрировали значительное ускорение прорастания по сравнению с контрольной группой, где семена не обрабатывались. Наилучшие результаты были зафиксированы для группы семян, обработанных перекисью водорода, где прорастание начиналось в среднем через 12 часов, а полные всходы появлялись в два раза быстрее, чем в контрольной группе.

Перспективы исследования

Дальнейшая работа может быть направлена на изучение влияния описанных методов обработки на последующие этапы развития растений и их итоговую урожайность в полевых условиях. Результаты исследования позволят агропредприятиям обеспечить устойчивый прирост урожайности и снижение затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ЖЕСТОВОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ПИЛОТИРОВАНИЯ БПЛА

Информатика, робототехника, физика



Карташева Майя

10А класс,
ГБОУ Гимназия № 261

Проблема

Стандартные пульты радиоуправления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) требуют от оператора длительного обучения, постоянной концентрации внимания и физического взаимодействия с двумя джойстиками. В условиях стрессовых ситуаций (спасательные работы, ликвидация ЧС) или при необходимости быстрого старта (тактическая разведка, съемка) это создает высокий порог входа и снижает эффективность пилота, вынуждая его думать не о задаче, а о технике управления стиками.

Цель проекта

Создать и испытать компактный программно-аппаратный комплекс жестового управления, который позволит пилотировать дрон с помощью естественных движений кисти руки в реальном времени.

Решение

Разработан носимый корпус в виде наклейки на кисть и пальцы, внутри которого размещены микроконтроллер ESP32 Super Mini, гироскоп и акселерометр MPU6050, а также две тактовые кнопки для выполнения вспомогательных действий. Конструкция напечатана на 3D-принтере, сег-

менты соединены гибкой оплеткой с проводами, что обеспечивает защиту от повреждений и свободу движений руки.

Система считывает пространственное положение руки с помощью датчика, передает данные на контроллер, где они обрабатываются и отправляются на дрон по Wi-Fi. Распознавание жестов осуществляется на основе модели машинного обучения Random Forest, обученной на собственном наборе данных. Процесс обучения автоматизирован: можно легко добавлять новые жесты или изменять существующие.

В ходе экспериментальных испытаний комплекс был проверен на распознавание четырех базовых жестов. По результатам 100 повторений точность распознавания составила 78–99% в зависимости от сложности жеста, средний показатель — 90%. При этом передача команд на дрон успешно выполнялась без задержек в пределах прямой видимости.

Практическое применение решения и перспективы

Комплекс ориентирован на операторов экстренных служб, пилотов-новичков и создателей контента, которым нужен интуитивный и мобильный способ управления. В планах развития — добавление дополнительных функций на кнопки и вывод информации на небольшой OLED-дисплей, что позволит реализовать, например, выбор Wi-Fi сети для подключения. Также предполагается внедрение переключения между двумя режимами управления — жестовым и регулируемым наклоном руки, что повысит мобильность и точность позиционирования дрона.

ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ КАК МЕТОД БИОМОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Биология, экология



Паршикова Алена

7А класс, ГБОУ СОШ № 77

Проблема

В условиях современного города качество атмосферного воздуха является критическим фактором для здоровья населения и состояния экосистем. Для проведения постоянного и доступного мониторинга необходимо адаптировать и применять биологические методы (в частности, лишеноиндикацию) как альтернативу дорогостоящему лабораторному оборудованию.

Цель проекта

Провести сравнительный анализ качества атмосферного воздуха в районах Санкт-Петербурга с различной антропогенной нагрузкой методом лишеноиндикации, используя в качестве индикаторов эпифитные лишайники.

Методология исследования

Исследование включало анализ научно-методической литературы по морфологии, физиологии и экологии лишайников, а также по методикам биоиндикации. Для сбора полевых данных были заложены пять пробных площадок, различающихся по степени антропогенного воздействия: условно чистая зона (охотничье хозяйство в Ленинградской области), рекреационная зона (Елагин остров), внутригородской парк и участки с интенсивным автомобильным движением и промышленными объектами (улицы

в Петроградском и Василеостровском районах). На каждой площадке на модельных деревьях проведено визуальное определение видового состава эпифитных лишайников и оценка их проективного покрытия с помощью метода палетки – квадратной рамки, разделенной на ячейки. На основе полученных данных вычислена степень покрытия стволов лишайниками.

Результаты

В ходе работы была выявлена четкая зависимость между уровнем антропогенной нагрузки и состоянием лишайникового покрова: наибольшее видовое разнообразие и максимальное проективное покрытие зафиксированы в условно чистой зоне, где также присутствуют наиболее чувствительные кустистые формы (уснея). В городских парках разнообразие и покрытие снижаются до средних значений, а на участках с интенсивным движением и в промышленной зоне отмечено резкое обеднение видового состава до 1–3 видов и минимальное покрытие, что соответствует средней и сильной степени загрязнения воздуха. Полученные данные согласуются с официальными оценками экологического состояния данных районов города.

Перспективы исследования

Дальнейшая работа может быть направлена на проведение количественных исследований накопления тяжелых металлов в слоевищах лишайников для более точной оценки уровня загрязнения, а также на расширение географии пробных площадок для создания карты экологического состояния городской среды.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ И ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ДВУХКОНТУРНОГО ТУРБОРЕАКТИВНОГО АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ САД-СИСТЕМЫ КОМПАС-3Д

*Физика, авиационное
двигателестроение*



**Софьянов Тимофей,
Аверин Владислав,
Колобов Денис,
Дейчук Александр**

*8ИТ класс,
ГБОУ гимназия № 642
«Земля и Вселенная»*

Проблема

Совершенствование технологий производства газотурбинных двигателей (ГТД) – одно из перспективных направлений развития авиационной промышленности. Однако тема устройства и принципов работы современных авиационных газотурбинных двигателей в школьной программе представлена слишком абстрактно, из-за чего интерес к инженерным специальностям и авиастроению в частности снижается.

Цель проекта

Разработать упрощённую трёхмерную модель двухконтурного турбореактивного двигателя в системе Компас-3Д, изготовить её макет с помощью 3Д-печати и оценить применимость полученного продукта для учебных и демонстрационных целей.

Решение

На основе данных научной литературы и материалов партнера (ОДК-Климов) была построена упрощённая силовая схема, которая задавала общую компоновку и взаимное расположение основных узлов – входного устройства, компрессоров низкого и высокого давления, камеры сгорания, турбин и выходного устройства. Моделирование велось в среде Компас-3Д: для

каждого узла подбирались рациональные геометрические формы, использовались операции выдавливания, вращения и круговых массивов, что позволило воспроизвести лопаточные венцы, диски и корпусные элементы. Цифровой макет был экспортирован в формат, пригодный для послойной печати, и изготовлен на 3Д-принтере из пластика. В ходе работы проводился сравнительный анализ понимания конструкции двигателя – до начала проектирования и после сборки физического макета.

Практическое применение решения и перспективы

Изготовленный макет и цифровая модель могут применяться на уроках физики и технологии при изучении реактивного движения и тепловых машин, а также использоваться в кружках по авиа-моделированию и профориентационных мероприятиях. В перспективе модель может быть дополнена анимированными сечениями и использована для создания интерактивного учебного пособия с демонстрацией вращения роторов и движения газового потока.

ПРИМЕНЕНИЕ «ПИОНЕРА МИНИ» В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Информатика, программирование, робототехника



Сырников Андрей

8.4 класс, ГБОУ «ИТШ № 777»

Проблема

В современных тепличных хозяйствах искусственное опыление растений напрямую влияет на урожайность и качество продукции, но остается дорогостоящим и трудоемким процессом. Ручное опыление кисточками требует больших временных затрат, механическое встряхивание не обеспечивает равномерного распределения пыльцы, а использование шмелей и пчел сопряжено со сложностями поддержания популяции насекомых в замкнутом пространстве. Необходимо найти новое автоматизированное решение, которое сократит трудозатраты и повысит эффективность процесса в условиях закрытого грунта.

Цель проекта

Разработать приложение для планирования полётов дрона «Пионер Мини» с целью автоматизации опыления растений в теплицах и выполнения других вспомогательных работ в сельском хозяйстве.

Решение

В рамках проекта создана программа «PMFarm» (Pioneer Mini Farm) на языке Python с использованием библиотеки `pioneer_sdk`, которая позволяет управлять квадрокоптером в автономном режиме. Метод основан на аэродинамическом принципе: вращающиеся

лопасти дрона создают направленный воздушный поток, который поднимает и переносит пыльцу между растениями, имитируя естественное действие ветра. Программа задаёт маршрут полёта по точкам, обеспечивая зависание дрона над каждым рядом растений на высоте 0,5–1 метра в течение 1–3 секунд для эффективного опыления. Для навигации в замкнутом пространстве теплицы, где недоступна GPS-навигация, используются оптический датчик потока, ультразвуковой и лазерный дальномеры. Проведённые полётные испытания подтвердили работоспособность разработанного решения и его способность автономно выполнять миссию по заданной траектории.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанная программа может применяться в тепличных хозяйствах для автоматизации опыления различных культур. В перспективе планируется интеграция компьютерного зрения для распознавания цветущих растений по бортовой камере, оптимизация траекторий для повышения эффективности опыления, создание полноценного графического интерфейса пользователя и расширение функционала для выполнения других сельскохозяйственных задач, таких как мониторинг состояния растений и точечное внесение удобрений.

БОРЬБА С ПОМЕХАМИ С ПОМОЩЬЮ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

Физика, радиотехника



Федоров Андрей

7.4 класс, ГБОУ «ИТШ № 777»

Проблема

В современном мире растет число радиоуправляемых устройств — от беспилотников до систем умного дома. Все они работают в условиях, когда полезный сигнал может искажаться помехами техногенного (например, искры от трамвайных линий или работа трансформаторов) и природного (грозы, метели) происхождения. Существующие одиночные антенны не позволяют избирательно ослаблять такие помехи, что снижает надежность связи и может приводить к сбоям в управлении объектами.

Цель проекта

Создать антенную решетку, способную снижать степень воздействия помех путем формирования диаграммы направленности с минимумом приема в сторону источника помехи.

Решение

В основе работы лежит анализ основных характеристик антенных элементов, который показывает, что именно антенная решетка позволяет управлять формой диаграммы направленности и создавать «нули» — направления, в которых прием сигнала минимален. Это дает возможность подавлять помехи, приходящие с определенных направлений, при сохранении чувствительности к полезному сигналу.

Для практической проверки были изготовлены штыревые антенные элементы трех размеров: длиной, соответствующей полной длине волны (12,5 см), половине волны (6,25 см) и четверти волны (3,125 см). Расчеты проводились для частоты 2,4 ГГц. В программной среде CST Studio смоделирована диаграмма направленности одиночного элемента. Затем в полевых условиях измерена дальность устойчивого приема сигнала для каждого элемента. Результаты показали: наибольшая дальность (более 200 м) достигнута для элемента длиной в полную волну, для половины волны — около 107 м, для четверти — около 55 м. При этом отмечено, что одиночный элемент не позволяет подавлять помехи, тогда как решетка из двух и более элементов может подавлять до N-1 помех (где N — число элементов).

Практическое применение решения и перспективы

Разработанный подход может применяться в системах радиосвязи, беспилотной авиации, охранных и мониторинговых комплексах для повышения помехоустойчивости. В перспективе планируется создание полноценной антенной решетки с возможностью динамической адаптации диаграммы направленности под изменяющуюся помеховую обстановку.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОСНАСТКА 3-В-1 ДЛЯ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА

*Технология, робототехника,
автоматизация производственных
процессов*



Фролова Кира

10А класс, ГБОУ школа № 518

Проблема

Коллаборативные роботы (коботы) активно внедряются в производство, так как они работают рядом с человеком без защитных ограждений, снижают травматизм и берут на себя монотонные операции. Однако их главное преимущество — гибкость — часто остаётся нереализованным. Большинство существующих оснасток рассчитано только на одну фиксированную позицию заготовки, и при смене технологической операции робот вынужден ждать, пока оператор вручную переустановит деталь или заменит приспособление. Это прерывает автоматизированный цикл, увеличивает время такта и требует постоянного вмешательства человека.

Цель проекта

Создать компактное модульное устройство — многофункциональную оснастку типа «3-в-1», — которая позволяет базировать заготовку в трёх различных положениях без переустановки и автоматически переключаться между ними в процессе работы коллаборативного робота.

Решение

Оснастка спроектирована в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D и изготовлена мето-

дом 3D-печати. В основе конструкции — поворотный механизм с фиксацией в трёх рабочих положениях и жёсткая несущая рама, обеспечивающая стабильность при взаимодействии с манипулятором. Устройство устанавливается на рабочий стол и совместимо с разными моделями коботов благодаря унифицированным креплениям. Интеграция с роботом выполнена через среду RoboDK: для каждого из трёх положений оснастки запрограммированы траектории движения, проверены на отсутствие коллизий и достижимость, после чего сгенерирован управляющий код для реального контроллера. В ходе экспериментов подтверждена работоспособность системы: переключение между положениями происходит без заеданий, точность позиционирования сохраняется во всех режимах с погрешностью менее 0,5 мм, траектории робота не требуют корректировки при смене позиции.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанная оснастка может использоваться в машиностроении, приборостроении, мелкосерийном производстве и учебных лабораториях — везде, где важна быстрая переналадка без остановки линии. В перспективе подход может быть масштабирован на большее число позиций и адаптирован под другие типы коллаборативных роботов, а также дополнен системами автоматического распознавания заготовок.

ПРЕДСКАЗАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ СТРУКТУР МИКРОПЕПТИДОВ, КОДИРУЕМЫХ МАЛЫМИ ОТКРЫТЫМИ РАМКАМИ СЧИТЫВАНИЯ, МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Биология, биоинформатика



Юсубова Хадижа

11Е класс, ГБОУ лицей № 533

Проблема

Долгое время малые открытые рамки считывания генома человека (smORF) считались недостаточно изученными и не включались в стандартные аннотации. Однако технологический прорыв в изучении генома позволяет предположить, что на этих участках ДНК все же содержится важная информация о формировании белков (микропептидов), которые участвуют в регуляции клеточных и организменных функций.

Цель проекта

Предсказать трехмерную структуру микробелков, кодируемых smORF человека, с помощью методов машинного обучения, и оценить стабильность и упорядоченность полученных структур.

Методология исследования

Исследование включало:

Работу с данными. В эталонной базе данных Ensembl, которая содержит информацию о строении геномов живых организмов, были отобраны все известные последовательности smORF. Затем эти последовательности проанализировали с помощью программы ORFfinder, которая использовалась для поиска потенциальных открытых рамок считывания.

Работу с нейросетевой моделью. Для предсказания трёхмерной структуры использовалась программа на основе нейросети AlphaFold2. Обучение нейросетевой модели производилось с помощью представленными белковых баз данных от разработчиков. Данные, полученные в ходе анализа ORFfinder, загрузили в нейросетевую модель AlphaFold2, которая предсказывает структуру белка на основе последовательности аминокислот. AlphaFold2 обработала данные и создала трехмерные структуры белков на основе загруженных последовательностей.

Анализ результатов. Полученные трехмерные модели были проанализированы с точки зрения их стабильности, упорядоченности и потенциальной функциональной значимости.

Результаты

В ходе исследования было выявлено 78 потенциальных smORF, однако стабильная трёхмерная структура была предсказана только для двух из них. Один из них представлял наибольший интерес, хотя на базах данных он обозначен как нетранскрибируемый. Но потенциально кодируемый им микропептид имеет структурный мотив, что может указывать на потенциальную функциональную значимость данной структуры.

Перспективы исследования

Полученные результаты демонстрируют перспективность применения методов машинного обучения для анализа функциональных элементов, что может быть использовано в дальнейших биологических и медицинских исследованиях.

Региональный этап конкурса проектов обучающихся образовательных организаций Санкт-Петербурга, участников проекта «Школы – ассоциированные партнёры «Сириуса»

БЕСПИЛОТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСОБРАННОГО УРОЖАЯ С АВТОМАТИЧЕСКИМ СБОРОМ

Информатика, робототехника,
агропромышленные технологии



Ковцур Даниил

10 класс,
ГБОУ Гимназия № 248

Проблема

При ручном сборе томатов в промышленных теплицах часть плодов остается на кустах, что приводит к прямым финансовым потерям для предприятий, так как пропадает часть потенциального урожая. Кроме того, существующие роботизированные аналоги либо не имеют функции подсчета урожайности для планирования логистики, либо не подходят для интеграции в существующие тепличные хозяйства. Отсутствие автоматизированного мониторинга не позволяет оперативно выявлять участки с низкой эффективностью сбора и своевременно корректировать работу персонала.

Цель проекта

Разработать модель беспилотного комплекса, имеющего режим подсчета количества томатов трех степеней зрелости в теплице и режим сбора спелых томатов массой до 300 грамм, с последующей доставкой их на склады.

Решение

В ходе работы был спроектирован комплекс из трёх роботов: сборщика, доставщика и перекладчика. Для распознавания плодов и их классификации по цвету (зеленый, оранжевый, красный) была обучена нейросеть YOLOv8,

которая показала точность детекции около 87%, сопоставимую с ручным подсчетом, но в сотни раз быстрее. В основе управления роботами лежит связка микроконтроллеров Raspberry Pi и Arduino с реализацией PID-регуляторов для точного позиционирования. Конструкция манипулятора оснащена захватом с силиконовыми накладками и энкодером, что позволяет регулировать силу сжатия, чтобы не повредить томат. Испытания модели подтвердили её способность обнаруживать плоды, аккуратно собирать их и транспортировать к месту выгрузки, тем самым снижая риск потери урожая. Дополнительно реализованный трекинг объектов в видеопотоке исключает повторный учет одного и того же плода при движении робота, что повышает достоверность инвентаризации.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанный комплекс может быть использован в тепличных хозяйствах для мониторинга урожайности и автоматизации сбора, что позволит снизить экономические потери. В перспективе подобный подход масштабируется на другие виды культур, требующие аккуратного сбора, и может стать основой для полной автоматизации агропромышленных предприятий.

ПОВЫШЕНИЕ ОДНОРОДНОСТИ НЕЙТРОННО- ТРАНСМУТАЦИОННОГО ЛЕГИРОВАНИЯ КРЕМНИЯ В РЕАКТОРАХ РБМК-1000 ЗА СЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБЛУЧЕНИЯ

Физика, современная энергетика



Кононов Даниил

10 класс, ГБОУ СОШ № 47
с углубленным изучением
отдельных предметов
им. Д.С. Лихачева

Проблема

При производстве сверхчистого кремния для силовой электроники методом нейтронно-трансмутационного легирования в реакторах РБМК-1000 возникает фундаментальная проблема неоднородного распределения легирующей примеси в объеме материала. Внутри массивных кремниевых слитков из-за эффекта самоэкранирования внешние слои поглощают часть нейтронов, ослабляя поток в центре, что создает радиальный градиент. Кроме того, асимметрия нейтронного поля в периферийных каналах реактора приводит к разнице в облучении противоположных сторон заготовки. Это ограничивает качество полупроводниковых приборов и препятствует развитию высоковольтной и силовой электроники.

Цель проекта

Повышение однородности легирования кремния путем оптимизации геометрии и динамики облучения для минимизации эффекта самоэкранирования и устранения асимметрии нейтронного поля.

Методология исследования

Для оценки эффекта самоэкранирования было применено математическое моделирование процессов взаимо-

действия тепловых нейтронов с изотопами кремния на основе справочных данных по сечениям захвата и характеристикам энергетического спектра реактора. Аналитическое моделирование включало использование экспоненциального закона ослабления для плоской геометрии и модифицированных функций Бесселя для цилиндрических мишеней. Сравнительный расчет распределения нейтронного потока выполнен для слитков различного диаметра и пластин разной толщины. Также проведена количественная оценка эффективности динамической компенсации асимметрии внешнего поля в периферийных каналах.

Результаты

Математическое моделирование показало, что переход от стандартных цилиндрических слитков к пластинам толщиной 10 мм снижает внутреннюю неоднородность легирования с 3,43% до 0,53%. Установлено, что непрерывное вращение кассеты в условиях реактора РБМК-1000 полностью устраняет асимметрию внешнего нейтронного поля. Комбинация геометрической и динамической оптимизации позволяет снизить суммарную неоднородность с 18,43% до 0,53%, что более чем в 30 раз эффективнее традиционного метода. Разработана кассетная сборка для облучения кремниевых пластин в каналах реактора, адаптированная под диаметр 150 мм.

Перспективы исследования

Дальнейшая работа может быть направлена на детальную разработку вращательного механизма кассетной сборки, выбор конструкционных материалов с учетом радиационной стойкости и тепловых нагрузок, а также проведение технико-экономического обоснования промышленного внедрения метода.

РАЗРАБОТКА И КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОКОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МИЦЕЛИЯ ГРИБОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО СУБСТРАТА: ПУТЬ К ЭКОЛОГИЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Экология, биология,
материаловедение



Шкребий Эвелина

10 класс, ГБОУ школа № 598

Проблема

В сфере производства строительных и упаковочных материалов сохраняется высокая зависимость от синтетических полимеров на основе нефти и газа, которые после использования накапливаются в окружающей среде и не разлагаются естественным путём. При этом существующие технологии переработки органических отходов не обеспечивают их достаточно эффективного вовлечения в производственный оборот, что приводит к сжиганию или захоронению растительных остатков, сопровождающимся выбросами парниковых газов. В научно литературе недостаточно информации о том, какие именно виды местного органического сырья и в каких пропорциях наиболее пригодны для создания прочных и технологичных материалов, что препятствует внедрению таких разработок в промышленность.

Цель проекта

Исследовать свойства нового биокompозитного материала на основе мицелия гриба *Pleurotus ostreatus* и субстрата из сельскохозяйственных отходов и отходов деревообрабатывающих производств для последующей замены синтетических полимеров, получаемых из углеводородов (нефти и газа).

Методология исследования

В ходе работы проведён анализ научной литературы по мицелиальным биокompозитам и методам культивирования грибов. Для оценки пригодности субстратов применялись лабораторные методы: определение содержания целлюлозы (метод Кюршнера-Хоффера) и лигнина (метод Класона), а также измерение влагоёмкости, плотности и кислотности среды. Содержание основных питательных элементов оценивалось с помощью тест-полосок. На основе полученных данных были составлены рецептуры субстратных смесей, которые затем стерилизовали в автоклаве, инокулировали мицелием вешенки обыкновенной (*Pleurotus ostreatus*) и инкубировали в контролируемых условиях для наблюдения за процессом колонизации.

Результаты

Для шести типов органических отходов (солома, опилки, кукурузные стебли, рисовая шелуха, подсолнечная лузга, бумажные отходы) были определены ключевые характеристики. На основе сравнительного анализа были разработаны три рецепта смесей, два из которых, как наиболее сбалансированные по питательным и физическим свойствам, были модифицированы добавками для улучшения структуры и pH. Проведённый эксперимент по культивированию показал, что мицелий успешно колонизировал разработанные субстраты, достигнув 95-100% покрытия за 14-21 день, что подтверждает их пригодность для дальнейшего использования.

Перспективы исследования

Дальнейшая работа может быть направлена на изучение влияния условий выращивания на конечные физико-механические свойства биокompозитов, разработку эффективной технологии стабилизации материала и создание опытных образцов для применения в строительстве, упаковке и дизайне.

СВЕРХПРОЧНЫЙ ВЕТРОУКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ПАРУСНОГО СПОРТА AVANE BFS: ОТ ИДЕИ К РЕАЛЬНОМУ ПРОДУКТУ

Технология, материаловедение,
3D-моделирование и аддитивные
технологии (3D-печать)



Щебуняев Георгий

103 класс,
ГБОУ «Академическая
гимназия № 56
им. М.Б. Пильдес»

Проблема

Современные ветроуказатели, используемые на гоночных яхтах, изготавливаются преимущественно из жестких, но хрупких материалов. В условиях плотной стартовой борьбы и частых тактических контактов между лодками такие флюгеры регулярно ломаются — чаще всего в зоне крепления оси или у основания лопасти. Конструктивная ненадёжность ветроуказателя становится прямым препятствием для достижения высоких спортивных результатов и создаёт неоправданные финансовые потери для гонщиков. Устранение этой уязвимости требует принципиально иного подхода к материалам и конструкции флюгера.

Цель проекта

Разработать, создать и вывести на рынок сверхпрочный ветроуказатель, способный выдерживать значительные механические удары при контактах между яхтами без потери функциональности за счет использования новых материалов и принципа упругой деформации.

Решение

На основании анализа существующих конструкций и типичных сценариев их отказов определён подход, основанный не на увеличении жёсткости, а на принципе упругой деформации

для поглощения ударной энергии. По результатам сравнительных испытаний двенадцати материалов для 3D-печати выбран термопластичный полиуретан TPU90, обеспечивающий необходимое сочетание жёсткости и эластичности.

Разработана параметрическая трёхмерная модель в САПР с усилением зоны крепления и добавлением втулки для снижения трения. Отработаны режимы FDM-печати (температура сопла 230°C, скорость 40 мм/с). Изготовлен прототип массой 15 граммов.

Проведены лабораторные испытания (72 часа в солёной воде, краш-тесты, тепловые нагрузки) и натурные испытания в условиях реальной гонки. Подтверждена способность флюгера выдерживать удары без остаточной деформации, водонепроницаемость и устойчивость к солёной воде.

Практическое применение решения и перспективы

Разработанный ветроуказатель уже используется гонщиками в реальных соревнованиях, подтверждая свою надёжность и позволяя спортсменам не терять позиции из-за технических поломок. В перспективе автор планирует создание экосистемы продуктов для парусного спорта, включающей специализированные гоночные часы, а также развитие платформы для интеграции различных устройств и сервисов для яхтсменов.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА

Физика, химия,
альтернативная энергетика



Горелкин Арсений

11 класс, ГБОУ СОШ № 77

Проблема

На сегодняшний день отсутствует универсальный и технологически доступный способ хранения водорода, обеспечивающий одновременно высокую объёмную плотность, безопасность и энергоэффективность при температурах, близких к комнатным, и умеренных давлениях. Существующие методы сопряжены с высокими эксплуатационными затратами, требуют сложной инфраструктуры и создают риски возгорания. Кроме того, в открытых системах неизбежны потери водорода за счёт диффузии, что снижает общую эффективность хранения и ограничивает область применения таких решений в мобильных и автономных установках. Поэтому становится актуальным поиск альтернативных физико-химических подходов к аккумулированию водорода, в частности на основе обратимых реакций с твёрдыми сорбентами.

Цель проекта

Изучение сорбционных свойств различных материалов для последующего хранения и высвобождения водорода.

Методология исследования

В рамках исследования были рассмотрены физические и химические виды сорбции, выделены критерии отбора материалов. Сравнительный анализ

проводился по табличным данным для интерметаллидов на основе магния, ванадия, лантана, титана и их комбинаций. Для расчёта ключевых характеристик — объёмной и энергетической ёмкости — были использованы формулы, связывающие массу сорбента, объём поглощённого газа и энергию активации реакции гидрирования. Оценка практической применимости выполнялась на основе проектного допущения о работе сорбента в составе топливного элемента для малой беспилотной системы.

Результаты

В результате сопоставления составов наилучшие показатели по совокупности условий сорбции и обратимого выделения водорода были получены для сплава магния с феррованадием — Mg-n(FeV) . При комнатной температуре и давлении 2–3 атм этот материал обеспечивает массовое содержание водорода до 7,4 %, что значительно превышает показатели многих классических интерметаллидов (например, LaNi_5 — 2,0 %, TiFe — 1,8 %). Для ускорения процесса десорбции было предложено легирование многослойными углеродными нанотрубками, что позволяет извлекать до 96 % накопленного газа при нагреве всего до 50–60 °С. Подтверждена возможность эффективного многократного использования материала без значительного повышения температуры. Разработана конструкция герметичного баллона из алюминия с внутренним графитовым покрытием и сорбентом в виде проволочной сетки, совместимая с топливным элементом для беспилотных аппаратов.

Перспективы исследования

В дальнейшем планируется уточнение оптимального состава сплава с целью повышения массовой доли водорода и снижения стоимости за счёт замены дорогостоящих компонентов.

РАЗРАБОТКА БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА С КОНТРОЛИРУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ КЛЕТОЧНОГО РОСТА

Химия, биология, физика,
материаловедение



Зайцева Лидия

10 класс, ГБОУ лицей № 393

Проблема

В сфере создания ортопедических и стоматологических имплантатов отсутствуют надежные и воспроизводимые методы направленного синтеза и фиксации упорядоченных структур биоактивных покрытий на основе гидроксиапатита. Существующие подходы либо позволяют управлять ориентацией частиц, но не обеспечивают долговременной стабильности покрытия, либо эффективно контролируют форму кристаллов на этапе синтеза, но не дают возможности создавать глобально ориентированные макроскопические структуры. Это приводит к тому, что покрытия не всегда создают оптимальные условия для прикрепления и роста клеток, что снижает качество интеграции имплантата с костной тканью и делает его недостаточно надежным.

Цель проекта

Разработка и экспериментальное обоснование двухэтапной методики формирования упорядоченных наноструктурированных покрытий из гидроксиапатита, обладающих повышенной биосовместимостью.

Методология исследования

Работа включала два ключевых этапа. Сначала был проведён синтез наностержней гидроксиапатита в присут-

ствии полиакриловой кислоты, которая выступала в роли темплата (шаблона) для контроля формы и размера частиц. На втором этапе из полученных наностержней сформирована жидкокристаллическую фазу, ориентированную с помощью сдвигового усилия и воздействия магнитным полем для создания упорядоченной структуры. Для оценки результатов использованы методы рентгеноструктурного анализа. Биосовместимость полученных покрытий проверена в экспериментах с клеточной культурой (миообласты мыши) с использованием флуоресцентную микроскопию для визуализации клеточной адгезии и распределения.

Результаты

Методом рентгеноструктурного анализа подтверждено, что синтезированный материал является именно гидроксиапатитом без примесей других фосфатов кальция. В экспериментах с клетками показано, что на разработанном структурированном покрытии клетки лучше прикрепляются, равномерно распределяются и активнее растут по сравнению с неструктурированным материалом, что свидетельствует о высокой биосовместимости созданной структуры.

Перспективы исследования

Дальнейшие шаги по развитию проекта включают детальное изучение наноструктуры покрытия с помощью электронной микроскопии для визуального подтверждения ориентации наностержней, а также исследование долгосрочной стабильности покрытия в условиях, имитирующих внутреннюю среду организма. Также планируется провести расширенные биологические испытания, включая изучение остеогенной дифференцировки клеток.