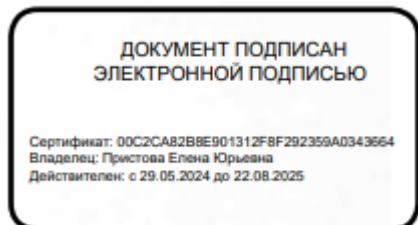


Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Чувашской Республики «Новочебоксарский химико-механический техникум»
Министерства образования Чувашской Республики
Детский технопарк «Кванториум»
Проектная траектория «Наноквантум»



НАНОКВАНТУМ

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Знакомство с наномиром»**
(естественнонаучная направленность, базовый модуль)

Возраст детей, на которых
рассчитана программа: 10 - 13 лет

Срок реализации программы: 72 ч.

Автор – составитель:
педагог дополнительного образования
Коробенкова Наталия Алексеевна

Рассмотрено и одобрено на заседании
педагогического совета
Протокол от 30.08.2024 г. № 1

Утверждено приказом директора
Новочебоксарского химико-
механического техникума
Минобразования Чувашии от 02.09.2024
№ 56-КВ

г. Новочебоксарск, 2024

Оглавление

Раздел № 1 Комплекс основных характеристик программы

- 1.1. Пояснительная записка
- 1.2. Цели и задачи программы
- 1.3. Содержание программы
- 1.4. Планируемые результаты

Раздел № 2 Комплекс организационно-педагогических условий

- 2.1. Календарный учебный график
- 2.2. Условия реализации программы
- 2.3. Формы аттестации
- 2.4. Оценочные материалы
- 2.5. Методические материалы
- 2.6. Список литературы

Приложение 1

Приложение 2

Приложение 3

Приложение 4

Исследовательский проект 1. Изучение микрофлоры воды с помощью сканирующей зондовой микроскопии.

Исследовательский проект 2. Структурная природа окраски насекомых.

Исследовательский проект 3. Эффект Лотоса. Явление сверхгидрофобности и самоочистки в природе.

Исследовательский проект 4. Благородная металлическая радуга.

Исследовательский проект 5. Наноматериалы на основе диоксида титана.

Раздел №1 Комплекс основных характеристик программы

1.1 Пояснительная записка

Дополнительная общеразвивающая программа «Знакомство с наномиром» имеет естественнонаучную направленность.

Актуальность программы. Особенностью окружающего нас мира является гармоничная взаимосвязь разнообразных природных явлений, разгадкой которых человечество занимается на протяжении всего своего существования.

Для того чтобы понять суть сложных законов природы и научиться использовать их в своей деятельности ученые, создавая науку о природе, вынуждены были разбить единую картину мира на отдельные фрагменты, такие как: физика, математика, химия, материаловедение, биология, медицина, информатика и много других.

Вообще говоря, это вынужденное и в некотором смысле искусственное деление.

Пришло время собирать отдельные разделы науки снова в единое целое. Появляются новые синтетические разделы: молекулярная биология, биофизика, клеточная медицина, вычислительная физика, биоинформатика и тому подобные.

К такой междисциплинарной дисциплине относится и недавно появившаяся новая область - нанотехнологии. Именно в нанотехнологиях «объединились» физика, математика, химия, материаловедение, информационные технологии.

Нанотехнологии открывают удивительные возможности для создания материалов с управляемыми свойствами. На основе наноматериалов создаются принципиально новые устройства и системы, необходимые, например, для производства новых медицинских трансплантатов и лекарств, новой элементной базы для компьютеров и прецизионных приборов.

Отличительные особенности программы. В ходе занятий по данной программе обучающиеся приобретут базовые знания по химии, физики, биологии и материаловедению. Приобретут навыки работы в лаборатории. Базовые знания по работе со сложными аналитическими аппаратами. Навыки работы с большим массивом информации. Практика решения изобретательских задач. Практика публичного выступления.

Адресат программы. Возраст детей, участвующих в реализации данной общеразвивающей программы: от 10 до 13 лет. В этом возрасте обучающиеся способны на достаточно хорошем уровне выполнять предлагаемые задания. У них сформированы базовые компетенции в области алгоритмизации, программировании и конструировании устройств.

Объём и срок освоения программы. Программа рассчитана на четыре месяца обучения, запланировано 72 учебных часа.

Форма обучения очная. Учитывая психологические особенности обучающихся, цель и задачи содержания учебного материала, а также условия программы, занятия проводятся с применением разнообразных методов и приемов обучения.

Форма организации обучения: групповая. Так как обучающиеся выполняют собственные творческие работы, в ходе занятия применяется индивидуальный подход к каждому ребенку.

Методы обучения: словесные (устное изложение, беседа, объяснение), наглядные (показ видеоматериала, иллюстраций, приемов исполнения, работа по образцу), практические (выполнение творческого задания).

Занятия по типу проведения: комбинированные. Теоретическая часть обеспечивает реализацию основной идеи программы. Практическая часть занимает большее количество времени.

Возможные формы проведения занятий: беседа, конкурс, соревнование, игровая программа, открытое занятие, мастер-класс, мастерская.

Основной метод работы в творческом объединении – практическая работа.

Режим занятий. Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа, итого 72 часа. Продолжительность одного занятия – 45 минут.

1.2 Цели и задачи программы

Цель программы: заключается в овладении обучающимися современными представлениями о наноматериалах и наносистемах, а также возможностями их использования при создании наукоемкой продукции.

Задачи программы:

Предметные:

- 1) познакомить со спецификой инженерно-научной деятельности;
- 2) научить изучать, анализировать и представлять объекты в наноизмерении.

Метапредметные:

- 1) познакомить обучающихся с основами проектной деятельности;
- 2) привить навыки командной работы;
- 3) научить практической работе с ручным инструментом и технологическим оборудованием;
- 4) сформировать навыки к профессиональному самоопределению;
- 5) научить практической работе с электронными компонентами.

Личностные:

- 1) развивать навыки, необходимые для проектной деятельности;
- развивать разные типы мышления.

1.3 Содержание программы

Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
Вводный модуль					
1.	Открытие программы.	4	2	2	беседа, практикум
2.	Популярно о современных достижениях нанотехнологий	2	2	-	беседа, практикум
3.	Введение в наномир	2	2	-	беседа, практикум
4.	Знакомство с оптической микроскопией	6	2	4	беседа, практикум
5.	Элементарные основы нанотехнологий	12	2	10	беседа, практикум
6.	Наноразмеры в живой природе.	4	2	2	беседа, практикум
7.	Растения в сфере нанотехнологий	4	2	2	беседа, практикум
8.	Жидкие кристаллы	2	1	1	беседа, практикум
9.	Светящаяся пленка	4	1	3	беседа, практикум
10.	Нанотехнологии в спорте, спортивной медицине	4	1	3	беседа, практикум
11.	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.	4	2	2	беседа, практикум
12.	Этапы развития проекта.	6	2	4	беседа, практикум
13.	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	8	2	6	беседа, практикум

14.	Формирование образа профессиональной деятельности	4	2	2	беседа, практикум
15.	Фестиваль по итогам работы с модулями	2	-	2	Публичные выступления
16.	Завершение программы	4	2	2	беседа, практикум
	Итого	72	27	45	

Содержание учебного плана.

1. Открытие программы.
 - 1.1. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.

Общая информация о детском технопарке «Кванториум» и о направлении «Наноквантум»

Теория: Вводный инструктаж по технике безопасности, правила поведения и работы в технопарке и Наноквантуме.

Практика: Игровые форматы знакомства с оборудованием, беседа, устный тест.
 - 1.2. Как работают ученые-исследователи и инженеры.

Теория: Сформировать представления о специфике и базовых форматах деятельности ученых-исследователей, инженеров-конструкторов, инженеров-проектировщиков. Приобрести представление об особенностях инженерно-конструкторской деятельности в привязке к бионике и нанотехнологиям.

Практика: Найти и самостоятельно обнаружить различия в специфике способов деятельности ученых-исследователей и инженеров (в том числе инженеров-проектировщиков, инженеров-конструкторов). Провести испытания свойств материалов с «эффектом геккона» с использованием простых физических приборов (динамометра). Оценить процедуру испытаний с точки зрения базового формата деятельности (инженерная, исследовательская). Познакомиться с современными методами исследования веществ и материалов. Получить опыт подготовки и участия в кратких устных выступлениях по теме своей проектной задачи.
2. Популярно о современных достижениях нанотехнологий.

Теория: Общее представление о том, что такое нанотехнологии и какие аспекты нашей жизни они могут изменить. Возобновление информации о таких понятиях как наноразмерность, супергидрофобность, аэрогель магнитная жидкость и др.

Практика: Проведение викторины, беседа.
3. Введение в наномир.

Теория: Объектный мир нанотехнологий, основные закономерности наномира. Современные конструкционные наноматериалы, приборы; принципы их исследования, изготовления и применения.

Практика: Работа с электронными фотографиями, выполнение расчетных заданий. Обработка поверхностей. Оценка обработки с помощью различных типов микроскопов.
4. Знакомство с оптической микроскопией.
 - 4.1. Изучение устройства оптического микроскопа.

Теория: Поиск информации в интернете об устройстве микроскопа. Как и для чего ведется работа на микроскопе.

Практика: Беседа, публичные выступления, работа с микроскопом и препаратами.
 - 4.2. Определение структурных характеристик минералов, металлов.

Теория: Изучение характеристик минералов, металлов. Влияние их структуры на свойства.

Практика: Беседа, публичные выступления, изготовление микрошлифов.
5. Элементарные основы нанотехнологий.
 - 5.1. Как нанотехнологии меняют свойства окружающих нас материалов?

Теория: Общее представление о том, что такое нанотехнологии и какие аспекты нашей жизни они могут изменить. Представления о наноразмерности. Знакомство с супергидрофобностью.

Практика: Проведение опыта с пирофорным железом. Обработка ткани или стекла гидрофобизатором. Определение краевого угла смачивания.

6. Наноразмеры в живой природе.

Теория: Знакомство с представленными материалами, индивидуальное или групповое выполнение заданий теоретического характера, работа с литературой, знакомство с видеоматериалами.

Практика: Микроскопирование, обнаружение живых объектов малых размеров.

Проведение расчетов, изготовление макетов объектов, сравнение объектов.

Кейс. Водоросли – древнейшие про- и эукариотические фотосинтезирующие организмы, ведущие свободный и симбиотический образ жизни. Их можно обнаружить по всей земле, в самых разнообразных местообитаниях, они играют огромную роль в жизни природы и человека. В настоящее время, активно ведутся исследования, связанные с возможностью использования водорослей для получения биотоплива, поглощения углекислого газа из атмосферы, лечения различных заболеваний и т.д. В России это направление развито недостаточно сильно, но достойно популяризации, поддержки и расширения.

7. Растения в сфере нанотехнологий.

Теория: Базовые сведения о гидрофобности и гидрофильности отдельных материалов и поверхностей. Знакомство с представленными материалами, индивидуальное или групповое выполнение заданий теоретического характера, работа с литературой, знакомство с видеоматериалами.

Практика: Опыты по обнаружению эффекта гидрофобности у растений и у различных искусственных материалов.

8. Жидкие кристаллы.

Теория: Жидкости и кристаллы. Характеристики объектов. Молекулярное строение жидкостей и кристаллов. Кристаллическая решетка. Анизотропность.

Практика: Элементарные опыты с водой и твердыми телами. Испытание жидкокристаллических дисплеев – нагревание.

Кейс. Одним из красивых и легко получаемых в условиях лаборатории полудрагоценных камней является опал. Конечно, если опал получен искусственно, то коммерческая ценность его будет невысока, однако самым ценным в рамках школьного проекта по получению искусственных опалов являются знания о необычных процессах и явлениях, которые школьник получит в процессе выполнения самой работы. В то же время, сам продукт выполнения проекта может многократно демонстрироваться на различных выставках и конкурсах. Изучение принципов строения опала и его уникальных оптических свойств могут помочь школьнику в понимании некоторых современных принципов управления светом и разработки фотоннокристаллических устройств.

9. Светящаяся пленка.

9.1. Знакомство со светодиодами. Природа электрического тока.

Теория: Природа электрического тока. Причины свечения объектов

Практика: Знакомство с различными источниками света. Обсуждение механизма свечения различных световых источников.

9.2. Изготовление светодиода.

Теория: Методические рекомендации по изготовлению светодиода своими руками.

Практика: Подготовка токопроводящих пластин, нанесение световыделяющего компонента, изготовление контактов, проведение испытаний.

10. Нанотехнологии в спорте, спортивной медицине.

10.1. Нанотехнологии и гигиена человека.

Теория: Проблематика профилактики кариеса и болезней зубов в сфере стоматологии (спортивные успехи начинаются с крепкого здоровья), возможности «умных» зубных паст, содержащих наночастицы гидроксиапатита.

Практика: Получение коллоидного раствора наноразмерного кристаллического гидроксиапатита. Определение присутствия серебра в образцах продукции. Обозначение признаков присутствия серебра в форме наночастиц.

10.2. Нанотехнологии и безопасность в спорте.

Теория: Мембранные ткани, гидрофобные пропитки, люминесцирующие краски для ткани, пеноматериалы, использующиеся для одежды и спортивного снаряжения.

Практика: Практическое знакомство с образцами современной высокотехнологической продукции из области спортивной одежды и снаряжения, а также с образцами инновационных разработок в области новых материалов и нанотехнологий.

11. Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.

Теория: Изучение основ проектной деятельности. Знакомство с этапами и структурой проекта. Во время проекта обучающиеся учатся самостоятельно четко определять цель, составлять план для достижения поставленной задачи, грамотно подбирать информацию и использовать ее, разработать график работы и стараться выполнить работу в срок.

Практика: Беседа, публичные выступления, поиск информации в интернете. Проведение деловой игры.

12. Этапы развития проекта.

Теория: Изучение жизненного цикла проекта. Обучение основам проектного менеджмента. Изучение методов управления проектами.

Практика: Работа с приложениями для управления проектами. Проведение деловых игр.

13. Основы сканирующей зондовой микроскопии.

13.1. Устройство сканирующего - зондового микроскопа.

Теория: Поиск информации в интернете об устройстве микроскопа. Как и для чего ведется работа на микроскопе.

Практика: Беседа, публичные выступления, работа на тренажёре.

13.2. Изготовление зондов для сканирующего – зондового микроскопа.

Теория: Изучение, как и из чего создаются зонды для сканирования.

Практика: Изготовление зондов для сканирования. Определения угла заточки зонда.

13.3. Сканирование готовых образцов и изготовление образцов для последующего сканирования.

Практика: Получение изображений поверхности калибровочных образцов. Анализ полученных результатов. Изготовление образцов для сканирования. Сканирование полученных образцов.

Кейс. Обеспечение школ сканирующими зондовыми микроскопами различных производителей или сотрудничество с ВУЗами, у которых имеется соответствующее оборудование, сделали возможным реализацию достаточно популярного сейчас направления школьных проектов, связанного с использованием сканирующей зондовой микроскопии. В то же время, не всегда качество выполнения подобных работ делает их конкурентоспособными. В качестве основного конкурентного преимущества работ по СЗМ должны выступать достаточно оригинальные объекты исследования живой и неживой природы, например, скелеты водорослей, поверхность листьев растений, бактерии и пр., материалы, полученные самими участниками проекта (производные графена, наночастицы на слюде, пористые материалы и нанокompозиты, фотонные кристаллы и т.д.), современные материалы, для исследования которых целесообразно использовать СЗМ (электронные микросхемы, супергидрофобные покрытия, полимеры различной структуры и др.). Очевидно, что исследование этих объектов должно сопровождаться четким пониманием постановки задач, цели работы и особенностей самого объекта исследования, которые обусловили его выбор. Обычно целесообразно также проводить анализ серии образцов (или одного и того же образца после серии

различных воздействий или химического модифицирования) для установления корреляций состав-структура-свойства. В ряде случаев целесообразно продемонстрировать специальные возможности СЗМ, например, использование магнито-силовой микроскопии для анализа доменных структур, использование проводящих зондов для анализа сегнетоэлектриков, биологической силовой микроскопии для изучения биологических объектов и т.д. Во всех случаях школьник должен понимать как основы метода, его важнейшие преимущества и ограничения, уметь корректно интерпретировать полученные результаты.

14. Формирование образа профессиональной деятельности.

Теория: Встречи с инженерами, технологами, управленцами, техно-предпринимателями. Рассказы о научных и технологических трендах развития, рассказы об управленческих кейсах и вариантах их решений, требованиях к специалистам разного уровня.

Практика: Возможные посещения производственных площадок, знакомство с продукцией предприятий (в том числе - нанотехнологической отрасли), знакомство с технологиями производства, с маркетинговыми стратегиями и PR компаниями

15. Фестиваль по итогам работы с модулями.

Теория: Предметное и деятельностное содержание изученных модулей.

Практика: Подготовка стендов и презентаций, подготовка и проведение миниэкспериментов, ответы на вопросы.

16. Завершение программы.

Теория: Итоговые решения бизнес-кейсов. Подготовка презентации, подготовка выступления, защита.

Практика: Демонстрация работы устройств, созданных в ходе решения бизнес-кейса.

Раздел 2 Комплекс организационно-педагогических условий

2.1 Календарный учебный график

Количество учебных недель – 18 недель.

Количество учебных дней – 36 учебных дней.

Каникул нет.

Календарный учебный график для базовых групп с сентября по декабрь представлен в Приложении 1.

Календарный учебный график для базовых групп с января по май представлен в Приложении 1.

Календарный учебный график для школьных групп с января по май представлен в Приложении 3.

2.2 Условия реализации программы

- работа над кейсом должна производиться в хорошо освещенном, просторном, проветриваемом помещении и в специализированной нанолaborатории;
- методические рекомендации, 1 шт. на 2 ученика;
- СЗМ NanoTutor, 1 шт. на 1-3 ученика;
- оптический микроскоп, 1 шт. на 1-5 учеников;
- тестовые калибровочные структуры, 1 шт. на 1-5 учеников;
- технологическая установка для изготовления наноигл;
- видео-проектор;
- ноутбук;
- Smart-доска;
- фломастеры;
- набор наночастиц различной природы, вытяжной шкаф и химические реагенты;
- расходный материал: W проволока, перчатки, дозаторы и т.п.;
- Спектрофотометр, 1 шт. на 5-7 учеников;
- Рефрактометр

- центрифуга Eppendorf, 1 шт. на 5-7 учеников;
- весы и посуда, 1 шт./набор на 5-7 учеников;
- шлифовальная бумага, полировочные пасты, дремель с насадками (войлок, фетр, резина и т.д.);
- ножницы по металлу;
- химические реактивы: спирт этиловый, серная кислота, фосфорная кислота, пероксид водорода, щавелевая кислота, дистиллированная вода;
- химическая посуда: тигли, бюксиксы, мерные стаканы и т.д.;
- муфельная печь до 900 градусов по Цельсию;
- виброзащита: активная или пассивная (гранитный стол);
- источник постоянного тока до 180 В. (+крокодильчики);
- вытяжной шкаф;
- USB-оптический микроскоп Levenhuk DTX 50;
- образцы титана (BT1-00, BT6);
- холодильник
- образцы различной бумаги, среди которых должен быть фольгированный картон, металлизированная бумага, цветная фольга, фотобумага, обычная бумага;
- лак для ногтей прозрачный

2.3 Формы аттестации

Для определения результативности усвоения общеразвивающей программы «Знакомство с наномиром» используются следующие формы аттестации: педагогическое наблюдение, мониторинг (для выявления личностного роста и развития творческой деятельности), беседа, опрос, диагностика, самодиагностика, тестирование, анализ результатов конкурсов, смотров и выставок.

2.4 Оценочные материалы

За период обучения обучающиеся получают определенный объем знаний и умений, уровень усвоения которых проверяется в течение всего времени обучения. Для этой цели проводится педагогическая диагностика:

- 1) стартовая, прогностическая (проводится при наборе детей);
- 2) текущая, промежуточная (проводится в течение обучения);
- 3) итоговая (проводится в конце обучения).

2.5 Методические материалы

Для успешного выполнения программы потребуются следующие материалы и программное обеспечение:

- 1) ПО специализированное для аналитического оборудования;
- 2) ПО офисное;
- 3) презентационное оборудование;
- 4) интерактивный комплект.

Дополнительное оборудование:

- 1) обучающие материалы;
- 2) система хранения материала;
- 3) расходные материалы.

2.6 Список литературы

1. Альтшуллер, Г. С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986.
2. Большакова А.В., Дубровин Е.В., Протопопова А.Д, Сеницына О.В., Смирнов С.Ю., Яминский И.В. Пять нобелевских уроков. — СПб: АНПО «Школьная лига». 2013. — 96 с.
3. Воронов, В.К. Физика на переломе тысячелетий: Физические основы нанотехнологий / В.К. Воронов, А.В. Подоплелов, Р.З. Сагдеев. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. — 432 с.

4. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2009. – 416 с
5. Жданов Э.Р., Лачинов А.Н., Галиев А.Ф. Учебные демонстрации с элементами «Нано». – СПб.: АНПО «Школьная лига», Издательство «Лема», 2013. – 56 с.
6. Лаборатория Кота Шрёдингера. Образовательная программа школьного дополнительного образования и методические рекомендации к ней / Под ред. Е.И.Казаковой — СПб.: Школьная лига, 2015. — 76 с.
7. Лаврентьев А.Г. Возможности СЗМ «NanoEduktor». – СПб: АНПО «Школьная лига». 2013. – 35 с.
8. Люблинская И. Е. STEM в школе и новые стандарты среднего естественнонаучного образования в США / Проблемы преподавания естествознания в России за рубежом / Под редакцией Петровой Е. Б. - М.: ЛЕНАНД, 2014 - 160 с. - С.6-24(Психология, педагогика, технология обучения. № 44)
9. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – М.: «Педагогика», 1972. – 168 с.
10. Школа и бизнес: опыт взаимодействия. Четыре шага к технопредпринимательству. Сборник / Авторы-составители Эпштейн М.М., Юшкова А.Н. — СПб: АНПО «Школьная лига», 2014. – 96 с.

Интернет-источники:

1. Наноквантум туллит - <https://drive.google.com/file/d/1rvVcK0EDnwugtmoa-DLvXjZNMUKz-UF/view>
2. Образовательная программа дополнительного образования детей в области основ нанотехнологий, рекомендуемая для федеральной сети детских технопарков «Кванториум» - <https://drive.google.com/open?id=1dVpKGi0tsKAEa-UlCH0Y5IMhIm1qsvTS>

Приложение 1

Календарный учебный график для базовых групп с сентября по декабрь

№	Дата проведения	Тема занятия	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
1.	сентябрь	Открытие программы. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.	2	беседа	устный тест
2.	сентябрь	Открытие программы. Как работают ученые-исследователи и инженеры.	2	беседа, практическая работа	практикум
3.	сентябрь	Популярно о современных достижениях нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
4.	сентябрь	Введение в наномир	2	беседа, практическая работа	практикум
5.	сентябрь	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум
6.	сентябрь	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум
7.	сентябрь	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум
8.	сентябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
9.	октябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
10.	октябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
11.	октябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
12.	октябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
13.	октябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
14.	октябрь	Наноразмеры в живой природе.	2	беседа, практическая работа	практикум

15.	октябрь	Наноразмеры в живой природе.	2	беседа, практическая работа	практикум
16.	октябрь	Растения в сфере нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
17.	октябрь	Растения в сфере нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
18.	ноябрь	Жидкие кристаллы	2	беседа, практическая работа	практикум
19.	ноябрь	Светящаяся пленка	2	беседа, практическая работа	практикум
20.	ноябрь	Светящаяся пленка	2	беседа, практическая работа	практикум
21.	ноябрь	Нанотехнологии в спорте, спортивной медицине	2	беседа, практическая работа	практикум
22.	ноябрь	Нанотехнологии в спорте, спортивной медицине	2	беседа, практическая работа	практикум
23.	ноябрь	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.	2	беседа, практическая работа	практикум
24.	ноябрь	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.	2	беседа, практическая работа	практикум
25.	ноябрь	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
26.	декабрь	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
27.	декабрь	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
28.	декабрь	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
29.	декабрь	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
30.	декабрь	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
31.	декабрь	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум

32.	декабрь	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
33.	декабрь	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
34.	декабрь	Фестиваль по итогам работы с модулями	2	беседа, практическая работа	практикум
35.	декабрь	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум
36.	декабрь	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум

Приложение 2

Календарный учебный график для базовых групп с января по май

№	Дата проведения	Тема занятия	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
1.	январь	Открытие программы. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.	2	беседа	устный тест
2.	январь	Открытие программы. Как работают ученые-исследователи и инженеры.	2	беседа, практическая работа	практикум
3.	январь	Популярно о современных достижениях нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
4.	январь	Введение в наномир	2	беседа, практическая работа	практикум
5.	январь	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум
6.	январь	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум

7.	февраль	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум
8.	февраль	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
9.	февраль	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
10.	февраль	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
11.	февраль	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
12.	февраль	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
13.	февраль	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
14.	февраль	Наноразмеры в живой природе.	2	беседа, практическая работа	практикум
15.	март	Наноразмеры в живой природе.	2	беседа, практическая работа	практикум
16.	март	Растения в сфере нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
17.	март	Растения в сфере нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
18.	март	Жидкие кристаллы	2	беседа, практическая работа	практикум
19.	март	Светящаяся пленка	2	беседа, практическая работа	практикум
20.	март	Светящаяся пленка	2	беседа, практическая работа	практикум
21.	март	Нанотехнологии в спорте, спортивной медицине	2	беседа, практическая работа	практикум
22.	март	Нанотехнологии в спорте, спортивной медицине	2	беседа, практическая работа	практикум
23.	март	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.	2	беседа, практическая работа	практикум

24.	апрель	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.	2	беседа, практическая работа	практикум
25.	апрель	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
26.	апрель	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
27.	апрель	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
28.	апрель	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
29.	апрель	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
30.	апрель	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
31.	апрель	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
32.	апрель	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
33.	май	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
34.	май	Фестиваль по итогам работы с модулями	2	беседа, практическая работа	практикум
35.	май	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум
36.	май	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум

№	Дата проведения	Тема занятия	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
1.	сентябрь	Открытие программы. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.	2	беседа	устный тест
2.	сентябрь	Открытие программы. Как работают ученые-исследователи и инженеры.	2	беседа, практическая работа	практикум
3.	сентябрь	Популярно о современных достижениях нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
4.	сентябрь	Введение в наномир	2	беседа, практическая работа	практикум
5.	октябрь	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум
6.	октябрь	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум
7.	октябрь	Знакомство с оптической микроскопией	2	беседа, практическая работа	практикум
8.	октябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
9.	октябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
10.	ноябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
11.	ноябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
12.	ноябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
13.	ноябрь	Элементарные основы нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
14.	декабрь	Наноразмеры в живой природе.	2	беседа, практическая работа	практикум
15.	декабрь	Наноразмеры в живой природе.	2	беседа, практическая работа	практикум
16.	декабрь	Растения в сфере нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум

17.	декабрь	Растения в сфере нанотехнологий	2	беседа, практическая работа	практикум
18.	январь	Жидкие кристаллы	2	беседа, практическая работа	практикум
19.	январь	Светящаяся пленка	2	беседа, практическая работа	практикум
20.	январь	Светящаяся пленка	2	беседа, практическая работа	практикум
21.	февраль	Нанотехнологии в спорте, спортивной медицине	2	беседа, практическая работа	практикум
22.	февраль	Нанотехнологии в спорте, спортивной медицине	2	беседа, практическая работа	практикум
23.	февраль	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.	2	беседа, практическая работа	практикум
24.	февраль	Проектная деятельность. Знакомство, этапы, структура.	2	беседа, практическая работа	практикум
25.	март	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
26.	март	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
27.	март	Этапы развития проекта.	2	беседа, практическая работа	практикум
28.	март	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
29.	апрель	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
30.	апрель	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
31.	апрель	Основы сканирующей зондовой микроскопии.	2	беседа, практическая работа	практикум
32.	апрель	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
33.	апрель	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум

34.	май	Фестиваль по итогам работы с модулями	2	беседа, практическая работа	практикум
35.	май	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум
36.	май	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум

Приложение 4

Исследовательский проект 1. Изучение микрофлоры воды с помощью сканирующей зондовой микроскопии.

Постановка задачи:

Особенностью современных методов анализа является применение новых технологий и техник (нанотехнологии, микрофлюидные технологии, магнитный пинцет, оптический пинцет, электрофорез, фильтрация и т.п.). Изучение клеточных структур в естественном состоянии позволяет получать новые знания о процессах, происходящих в клетке и определять эффективные способы воздействия на нее, что важно при создании эффективных лекарственных средств и разработке новых методов лечения, например, онкологических заболеваний.

Исследование морфологических параметров биологических структур является важной задачей для биологов, поскольку размеры и форма объектов во многом определяют их физиологические свойства. Сопоставляя морфологические данные с функциональными характеристиками можно получить полноценную информацию об участии живых клеток в поддержании физиологического баланса организма человека или животного.

Традиционными методами исследования биологических препаратов являются оптические и электронные микроскопы. Данные методы дают усредненную картину морфологии клеток, при этом требуется фиксация, окрашивание или напыление тонких металлических слоев биологических объектов. Такая пробоподготовка значительно ограничивает возможности исследования морфологии живых объектов, функционирования под воздействием различных факторов, например при вводе в буфер лекарственных препаратов.

Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) открывает новые возможности в исследовании клеток, бактерий, биологических молекул, ДНК в условиях максимально приближенных к нативным (естественным для клеток). СЗМ позволяет исследовать биологические объекты без специальных фиксаторов и красителей, на воздухе или в нативной жидкой среде. В настоящее время СЗМ является одним из базовых методов нанобиотехнологии.

Исследовательский проект 2. Структурная природа окраски насекомых.

Постановка задачи:

Окраска многих материалов, в том числе текстильных, зависит только от присутствия в них красителей и пигментов, способных поглощать какую-то часть лучей видимой части спектра и

пропускать (если материалы прозрачны) или отражать (если они непрозрачны) остальные длины волн. Ту часть спектра, которую отражают материалы, наш глаз и воспринимает как цвет.

Однако, существует и другой способ придания материалу того или иного цвета. Природа уже многие миллионы лет может создавать окраску и без специальных окрашенных веществ — только за счет упорядоченных структур очень маленьких размеров (наноразмеров). Этот механизм окрашивания, в отличие от «химического», основан только на оптических принципах. Когда свет отражается от наноэлементов, структурированных в полислои — решетки, кружева, бороздки, то, поскольку размеры этих элементов соизмеримы с длиной волны света, происходит интерференция, дифракция и рассеивание волн — в результате мы видим цвет. Такую окраску оптического происхождения назвали «структурной». Оказывается, наряду с обычной (пигментной) структурная окраска встречается в природе довольно часто — у насекомых, птиц, рыб, морских моллюсков и растений.

Структурная окраска в живой природе существует примерно 500 миллионов лет. Можно считать, что первый намек на понятие «структурная окраска» появился в XVII веке у естествоиспытателя Роберта Гука, в его книге «Micrographia». Ученый изложил свою теорию цветов и объяснил окраску тонких слоев отражением света от их верхней и нижней границ. Фактически это было первое упоминание интерференции. Правильное объяснение структурной окраски впервые дал лорд Джон Уильям Стретт Рэлей в 1917 году. Он вывел формулу для выражения свойств отраженного света регулярных слоистых структур и утверждал, что окраска двойного кристалла, старого потрескавшегося стекла и покрова жучков и бабочек обусловлена не пигментами, а структурой этих материалов. Также Рэлей заметил, что эти «оптические системы характеризуются размером, соизмеримым с длиной волны падающего света». Соответственно, особенности элементов, отвечающих за окраску, невозможно изучить с помощью оптического микроскопа.

В животном мире существует три вида окраски: только структурная (бабочки Morpho), только пигментная (как у бабочки лимонницы) и структурная в сочетании с пигментной. Синий цвет крыльев часто создается структурной окраской, за счет чешуек, но если к ним добавляется желтый пигмент, то появляется дополнительный зеленый цвет.

Исследовательский проект 3. Эффект Лотоса. Явление сверхгидрофобности и самоочистки в природе.

Постановка задачи:

Эффект лотоса — эффект крайне низкой смачиваемости поверхности, который можно наблюдать на листьях и лепестках растений рода Лотос (*Nelumbo*), и других растений, как например настурция, тростник обыкновенный и водосбор. Лист лотоса является символом чистоты во многих религиях мира. Несмотря на то, что лотос растет в мутной воде, его листья всегда остаются чистыми. При попадании дождевой воды на листья растения, капли воды мгновенно скатываются с поверхности, смывая любые загрязнения и пыль.

Эффект лотоса связан с явлением сверхгидрофобности. Сверхгидрофобные материалы имеют поверхности, чрезвычайно не склонные к смачиванию (с углом контакта с водой, превышающим 150°). Сверхгидрофобные поверхности также обладают свойствами самоочистки. Явление самоочистки позволяет защищаться не только от грязи, но и от различных микроорганизмов.

Явления сверхгидрофобности и самоочистки широко наблюдаются в природе, например крылья некоторых видов бабочек, ноги водомеров или листья ряда растений обладают этими свойствами. Данные явления непосредственно связаны со структурой поверхности. Оказывается, что на поверхности листа лотоса существуют как впадины и возвышения микронного размера, так и объекты с нанометровыми размерами. Именно сочетание шероховатостей разного масштаба (в паре с определенными химическими свойствами поверхности) и приводит к явлению сверхгидрофобности. За счет наноструктурированности поверхности между каплей воды и листом лотоса всегда существует тонкая воздушная прослойка.

Подобными поразительными свойствами обладает и поверхность лепестков роз. Но в отличие от листа лотоса поверхность лепестка розы не покрыта воском, при этом за счет наноструктурированности поверхности лепестки собирают влагу в капли.

Исследовательский проект 4. Благородная металлическая радуга.

Постановка задачи:

Все знают, как выглядит металлическое серебро, однако совсем немногие школьники и их преподаватели видели окрашенные коллоиды (золи) металлического серебра. Если варьировать размер и форму наночастиц серебра в широких пределах, можно получить стабильные золи всех цветов радуги. Все эти коллоидные растворы достаточно легко получаются из разбавленных растворов нитрата серебра (солей серебра) в присутствии восстановителей (аскорбиновая кислота, боргидрид натрия) и стабилизаторов (например, цитрат - ион).

При правильном выборе процедуры синтеза (экспериментальных условий) получаются растворы, предсказуемо (контролируемо) поглощающие свет в заданном диапазоне (пик плазмонного резонанса) и окрашенные визуально в дополнительные цвета. Подобные наночастицы могут найти и в ряде случаев уже находят практическое использование в весьма современных областях науки и техники – (био)сенсорике и солнечных батареях, в дополнение к давно уже избитым бактерицидным и фунгицидным растворам для наружного медицинского применения.

Получение зольей металлического серебра с контролируемыми оптическими свойствами

Исследовательский проект 5. Наноматериалы на основе диоксида титана.

Постановка задачи:

Материалы на основе диоксида титана привлекали к себе внимание с самого начала активного развития нанотехнологий в нашей стране. Это связано с тем, что диоксид титана относительно легко получается и, будучи широкозонным полупроводником, находит свое применение в фотокаталитических процессах очистки воды и воздуха, при разработке солнечных батарей, для создания "самоочищающихся" поверхностей и пр. В настоящей работе диоксид титана предлагается использовать в модельных процессах очистки воды и для получения классических ячеек Гретцеля для демонстрации школьникам основных свойств нанокристаллического диоксида титана. Работа, скорее всего, может быть выполнена при самом активном участии школьников (она не требует повышенных мер безопасности), однако обязательно в тесном взаимодействии с ВУЗом, который может предоставить (заказать) требующиеся реактивы и оборудование.

Процессы синтеза нанокристаллического или наноструктурированного диоксида титана методами "мокрой химии"

Получение нанокристаллического (наноструктурированного) диоксида титана и изучение его свойств