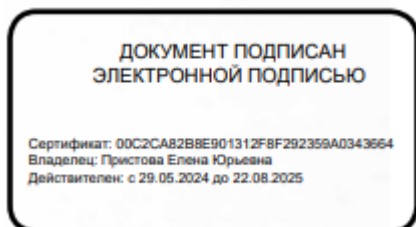


Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Чувашской Республики «Новочебоксарский химико-механический техникум»  
Министерства образования Чувашской Республики  
Детский технопарк «Кванториум»  
Проектная траектория «Наноквантум»



## НАНОКВАНТУМ

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
«Нановселенные вокруг нас»**  
(естественнонаучная направленность, базовый модуль)

Возраст детей, на которых  
рассчитана программа: 14 - 18 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

## 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. Анализ загрязненности пресной воды.....	
Исследовательский проект 2. Получение кристаллов самоструктурирующихся бионанообъектов и изучение межмолекулярных взаимодействий на примере белка лизоцима.....	
Исследовательский проект 3. Свойства двумерных нанореакторов.....	
Исследовательский проект 4. Получение наночастиц лекарственных веществ различными методами – сравнение их структуры (полиморфизм, получение аморфных состояний) и динамики растворения.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Исследовательский проект 5. Элементы плоской оптики (радужная голограмма).....	

## **Раздел №1 Комплекс основных характеристик программы**

### ***1.1 Пояснительная записка***

Дополнительная общеразвивающая программа «Нановселенные вокруг нас» 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 учащиеся 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 14 до 18 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.

Объем 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, за 72 часа в соответствии с СанПиН 2.4.4.3172-14 от 04.07.2014 г. №41.

### ***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) внимание и оценка опыта сторонних людей и организаций;
- 2) постановка речи, улучшение качества выступления и презентаций

**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.	Нанопокртия и модифицированные поверхности	4	1	3	беседа, практикум
3.	Медицина и фармакология	4	1	3	беседа, практикум
4.	Методы синтеза наноматериалов Методы структурных исследований веществ. Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития	4	1	3	беседа, практикум
5.	Оптика и электроника	4	1	3	беседа, практикум
6.	Нанотехнологии в сфере искусств	4	1	3	беседа, практикум
7.	Получение наночастиц лекарственных препаратов	4	1	3	беседа, практикум
8.	Углеродные наноматериалы	4	1	3	беседа, практикум
9.	Формирование образа профессиональной деятельности	6	3	3	беседа, практикум
10.	Фестиваль по итогам	2	-	2	беседа,

	работы с модулями				практикум
11.	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд" и "еНано"	10	2	8	практикум
12.	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний (смешанный состав команд, участниками которых являются воспитанники всех трех подпрограмм)	18	4	14	беседа, практикум
13.	Завершение программы	4	2	2	беседа, практикум
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>52</b>	

### 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. Нанопокртытия и модифицированные поверхности.

##### 2.1. Гидрофобные поверхности.

Теория: Смачиваемость поверхности. Открытие краевого угла смачиваемости. Технология гидрофобизации.

Практика: Знакомство с видеоматериалами, формулировка исследовательских вопросов, разработка экспериментальных процедур, проведение запланированных исследований. Освоение технологии изготовления непромокаемых тканей

##### 2.2. Эффект лотоса (2 часа).

Теория: Эффект лотоса - смачиваемость и самоочищаемость. Роль структуры поверхности в процессе самоочищения.

Практика: Разработка процедур по испытанию материалов на наличие тех или иных свойств. Испытание поверхностей, покрытых краской с гидрофобным эффектом

#### 3. Медицина и фармакология.

##### 3.1. Лекарственные средства нового поколения.

Теория: Классификация лекарственных препаратов. Гематоэнцефалический барьер. Микрочиповые системы.

Практика: Предложение вариантов тестирования липофильности выбранных соединений. Тестирования липофильности выбранных соединений. Микроскопирование образца микрочипа.

### 3.2. Наноконтейнеры и доставка лекарственных средств.

Теория: Наночастицы как средство доставки лекарств. Биоконъюгация. Липосомальный наноконтейнер. Магнитные жидкости.

Практика: Получение липосомальных наноконтейнеров. Получение магнитных жидкостей. Анализ липофильности частиц Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

### 3.3. Нанотехнологии в биовизуализации и медицинской диагностике.

Теория: Современные методы биовизуализации. Квантовые точки. Сканирующая зондовая микроскопия как метод наномедицины.

Практика: Подсчет объемной концентрации эритроцитов в пробе. Знакомство с конфокальной флуоресцентной микроскопией. Подготовка пробы квантовых точек для анализа их размера методом зондовой микроскопии.

Кейс 1. Обычные методики получения квантовых точек в школе запрещены техникой безопасности, поскольку для них требуются не только соли тяжелых, токсичных металлов (свинца, кадмия, например), но и другие токсичные вещества, используемые в качестве реагентов, растворителей или стабилизаторов квантовых точек. Разработка методов получения нетоксичных квантовых точек является важной не только с точки зрения техники безопасности, но и по сути может являться важной в биологии и медицине. Квантовые точки, не проявляющие острой токсичности и/или цитотоксичности, при сохранении высокого квантового выхода (люминесценции в видимом диапазоне) будут более востребованы для прикладных целей и в наномедицине. Получение и анализ нетоксичных квантовых точек на основе легированного сульфида цинка.

### 4. Материалы с памятью формы и опыты с ними.

Практика: Знакомство с уникальными материалами, обладающими памятью формы. Восстановление первоначальной структуры в сплаве никеля и титана (нитиноле).

#### 4.1. Эффекты в неньютоновских жидкостях.

Практика: При механических воздействиях достаточной силы любая неньютоновская жидкость начинает вести себя в той или иной степени как твердое тело, что и приводит к множеству необычных эффектов.

(форма занятия – практическая работа)

### 5. Оптика и электроника.

#### 5.1. Светофильтры и дифракция.

Теория: Спектр солнечного излучения и абсолютно черного тела. Светофильтры. Абсорбционные фильтры. Светофильтры для видеосъемки. Дифракция. Определение длины волны излучения.

Практика Практическая работа с абсорбционными фильтрами. Версии решения проблемы "голубых экранов".

#### 5.2. Люминесцентные чернила.

Теория: Люминесценция. Физическая природа люминесценции. Спектры люминесценции. Тушение люминесценции. Синтез люминофоров.

Практика Синтез нитрата европия с фенантролином. Синтез феноксибензоата тербия. Наблюдение люминесценции.

Кейс 2. Получение люминофоров и фосфоресцирующих материалов, несомненно, является привлекательным для школьников. Параллельно с несложными синтезами школьник имеет возможность мотивировано изучить основы явления люминесценции и ее различных видов, изучить роль активатора, сенсibilизатора, кристаллического строения матрицы. Создание гаммы люминофоров с одинаковой матрицей и различными активаторами. Рисование светящейся в темноте картины (возбуждающее излучение - ультрафиолет) собственноручно полученными красками.

#### 5.3. Светодиодные технологии.

Теория: Полупроводники. Светодиоды. Принципы работы светодиодов.

Практика Включение и разборка светодиода. Расчет энергопотребление светодиодных и энергосберегающих ламп (кВт•час), их стоимость за год

6. Нанотехнологии в сфере искусств.

6.1. Наведение окраски силикатных стекол, окрашенных наночастицами золота.

Теория: Варка стекол и их окрашивание ионными и коллоидными красителями, знакомство с фотоматериалами, иллюстрирующими многообразие окрасок стекол. Синтез силикатных стекол, окрашенных наночастицами золота

Практика: Изучение коллекции различных стекол и эмалей, а также изделий из фарфора. Знакомство с микрофотографиями наночастиц золота, полученных на просвечивающем электронном микроскопе.

6.2. Окрашивание поверхности силикатных стекол наночастицами меди и серебра методом ионного обмена.

Теория: Принцип ионного обмена; процесс протравного окрашивания стекол при помощи меди, золота и серебра.

Практика: Самостоятельная работа: приготовление протравы, нанесение ее на поверхность стекла. Оптическое микроскопирование: изучение строения и определение глубины протравы

6.3. Знакомство с микрообъектами живой и неживой природы и их имитация в материалах.

Теория: Нанообъекты, напоминающие объекты живой природы (вискеры, дендриты, нанотрубки).

Практика Работа с микрофотографиями оптической и электронной микроскопии. Проведение опыта: «выращивание дендритных кристаллов металлов», в котором определяющую роль играет коллоидное состояние системы

7. Получение наночастиц лекарственных препаратов.

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

Практика: Беседа, публичные выступления.

Кейс 3. Около 40% создаваемых фармацевтической промышленностью перспективных низкодозных лекарственных препаратов практически нерастворимы в воде. Поэтому увеличение биодоступности лекарственных веществ – чрезвычайно важная и актуальная задача современной науки. В фармацевтической промышленности во всем мире создание новых высокоэффективных лекарственных форм считается задачей не менее важной, чем синтез новых лекарственных препаратов, поскольку разработка, синтез и внедрение новых лекарственных веществ требуют больших финансовых затрат и времени. Это открывает новые возможности повышения биологической активности и технологических характеристик как уже известных и применяемых препаратов, так и вновь синтезируемых, позволяя получить биологический и экономический эффект в более сжатые сроки, так как приемы, используемые при модификации лекарственной формы, не изменяют фармакологические характеристики препарата. Известно, что уменьшение размеров частиц и, таким образом, увеличение площади поверхности, позволяет улучшить динамику растворения плохо растворимых в воде лекарственных препаратов. Кроме того, огромный интерес со стороны фармацевтических компаний к созданию и развитию технологий, позволяющих получать микро- и нано- частицы с заданными размерами, связан, в том числе, с возрастающей популярностью ингаляционной терапии.

8. Углеродные наноматериалы.

8.1. Углеродные материалы. Знакомство с углеродными материалами и методами их получения.

Теория: Углеродные материалы. Физические свойства наноматериалов. Рамановская спектроскопия. Графен как представитель углеродных материалов.

Практика: Изучение отдельных физических свойств представленных материалов. Рамановская спектроскопия. Знакомство с принципами работы прибора. Работа со спектрами различных соединений. Получение графена и оксида графена.

## 8.2. Анализ наноматериалов.

Теория: Методы анализа наноматериалов. Тонкие пленки оксида графена

Практика: Получение тонких пленок из оксида графена. Оптическая микроскопия полученных тонких пленок. Регистрация рамановских спектров полученных образцов

## 8.3. Функциональные материалы на основе оксида графена.

Теория: Получение тонких пленок из оксида графена. Оптическая микроскопия полученных тонких пленок. Регистрация рамановских спектров полученных образцов

Практика: Определение значения проводимости для пленок из оксида графена. Оценка сорбционных свойств оксида графена Сравнительных анализ характеристики активированного угля и энтеросгеля.

## 9. 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

## 10. 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.

11. Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано".

Теория: Ресурсы образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов «Стемфорд», АНО «еНано». Информационные видеоматериалы в области нанотехнологий для школьников; Открытая коллекция видеоматериалов по пяти направлениям нанотехнологий для школьников; Вебинары для школьников по тематике нанотехнологий; Сетевые проекты в сфере нанотехнологий для команд школьников; Игра «Аллотроп».

Практика: Знакомство практических видов работ в рамках предлагаемых разделов образовательной онлайн платформ.

## 12. Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.

Теория: Бизнес-кейсы (на выбор из 15 вариантов) от бизнес компании (техническое задание, маркетинговое задание, PR-задание). Выделение проблематики технического и маркетингового характера; схематизация выделенных проблематик; аналитика существующих решений; мозговой штурм; выбор и защита «красивой идеи»; коррекция решения по итогам экспертной сессии; итоговое решение; публичная защита решения.

Практика: Выполнение практических видов работ в рамках решения кейса.

## 13. Завершение программы.

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

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

### **1.4 Планируемые результаты**

По окончании обучения обучающиеся:

*будут знать:*

- 1) основы и принципы теории решения научно-исследовательских задач;
- 2) методах проведения научного исследования;
- 3) актуальных задачах современного естествознания и нанотехнологий

*будут уметь:*

- 1) быстро и в команде решать поставленные задачи;
- 2) решать вопросы и задачи крупных организаций, фирм, вопросы мирового уровня.

В процессе реализации программы развиваются следующие качества личности детей:

- 3) ответственность и сознательность за проведенную работу;





## Раздел 2 Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1 Календарный учебный график

Количество учебных недель по программе– 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 нанолаборатории;
- 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.;
- Спектрофотомер, 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, бюксики, 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.

#### Кадровое обеспечение

Работник, занятый в реализации программы – педагог дополнительного образования наноквантум Коробенкова Наталия Алексеевна.

### **2.3 Формы аттестации**

Для определения результативности усвоения общеразвивающей программы «Нановселенные вокруг нас» 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).
- 4)

### **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, Синицына О.В.,
3. Смирнов С.Ю., Яминский И.В. Пять нобелевских уроков. – СПб: АНПО «Школьнаялига». 2013. – 96 с.
4. 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.
5. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2009. – 416 с
6. Жданов Э.Р., Лачинов А.Н., Галиев А.Ф. Учебные демонстрации с элементами «Нано». – СПб.: АНПО «Школьная лига», Издательство «Лема», 2013. – 56 с.
7. Лаборатория Кота Шрёдингера. Образовательная программа школьного дополнительного образования и методические рекомендации к ней / Под ред. Е.И.Казаковой — СПб.: Школьная лига, 2015. — 76 с.
8. Лаврентьев А.Г. Возможности СЗМ «NanoEduKator». – СПб: АНПО «Школьная лига». 2013. – 35 с.
9. 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)
10. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – М.: «Педагогика», 1972. – 168 с.
11. 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 тулжит - <https://drive.google.com/file/d/1rvVcK0EDnwugtmooa-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=1dVpKGi0tsKAЕa-UlCH0Y5IMhIm1qsvTS>

*Приложение 1*

*Календарный учебный график для базовых групп с сентября по декабрь*

Дата проведения	Тема занятия	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
сентябрь	Открытие программы. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.	2	беседа	устный тест
сентябрь	Открытие программы. Как работают ученые-исследователи и инженеры.	2	беседа, практическая работа	практикум
сентябрь	Нанопокрывтия и модифицированные поверхности	2	беседа, практическая работа	практикум
сентябрь	Нанопокрывтия и модифицированные поверхности	2	беседа, практическая работа	практикум
сентябрь	Медицина и фармакология	2	беседа, практическая работа	практикум
сентябрь	Медицина и фармакология	2	беседа, практическая работа	практикум
сентябрь	Методы синтеза наноматериалов Методы структурных исследований веществ. Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития	2	беседа, практическая работа	практикум
сентябрь	Методы синтеза наноматериалов Методы структурных исследований веществ. Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Оптика и электроника	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Оптика и электроника	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Нанотехнологии в сфере искусств	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Нанотехнологии в сфере искусств	2	беседа, практическая работа	практикум

октябрь	Получение наночастиц лекарственных препаратов	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Получение наночастиц лекарственных препаратов	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Углеродные наноматериалы	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Углеродные наноматериалы	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Фестиваль по итогам работы с модулями	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд" и "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических	2	беседа, практическая работа	практикум

		компаний.			
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум
	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
январь	Открытие программы. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.	2	беседа	устный тест
январь	Открытие программы. Как работают ученые-исследователи и инженеры.	2	беседа, практическая работа	практикум
январь	Нанопокрyтия и модифицированные поверхности	2	беседа, практическая работа	практикум
январь	Нанопокрyтия и модифицированные поверхности	2	беседа, практическая работа	практикум
январь	Медицина и фармакология	2	беседа, практическая работа	практикум
январь	Медицина и фармакология	2	беседа, практическая работа	практикум
январь	Методы синтеза наноматериалов Методы структурных исследований веществ. Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития	2	беседа, практическая работа	практикум
февраль	Методы синтеза наноматериалов Методы структурных исследований веществ. Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития	2	беседа, практическая работа	практикум
февраль	Оптика и электроника	2	беседа, практическая работа	практикум
февраль	Оптика и электроника	2	беседа, практическая работа	практикум
февраль	Нанотехнологии в сфере искусств	2	беседа, практическая работа	практикум
февраль	Нанотехнологии в сфере искусств	2	беседа, практическая работа	практикум

	февраль	Получение наночастиц лекарственных препаратов	2	беседа, практическая работа	практикум
	февраль	Получение наночастиц лекарственных препаратов	2	беседа, практическая работа	практикум
	февраль	Углеродные наноматериалы	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Углеродные наноматериалы	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Фестиваль по итогам работы с модулями	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд" и "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических	2	беседа, практическая работа	практикум

		компаний.			
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	май	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	май	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	май	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум
	май	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум

*Календарный учебный график для школьных групп*

Дата проведения	Тема занятия	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
сентябрь	Открытие программы. Техника безопасности в исследовательской лаборатории.	2	беседа	устный тест
сентябрь	Открытие программы. Как работают ученые-исследователи и инженеры.	2	беседа, практическая работа	практикум
сентябрь	Нанопокрyтия и модифицированные поверхности	2	беседа, практическая работа	практикум
сентябрь	Нанопокрyтия и модифицированные поверхности	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Медицина и фармакология	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Медицина и фармакология	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Методы синтеза наноматериалов Методы структурных исследований веществ. Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Методы синтеза наноматериалов Методы структурных исследований веществ. Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития	2	беседа, практическая работа	практикум
октябрь	Оптика и электроника	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Оптика и электроника	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Нанотехнологии в сфере искусств	2	беседа, практическая работа	практикум
ноябрь	Нанотехнологии в сфере искусств	2	беседа, практическая работа	практикум

	ноябрь	Получение наночастиц лекарственных препаратов	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Получение наночастиц лекарственных препаратов	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Углеродные наноматериалы	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Углеродные наноматериалы	2	беседа, практическая работа	практикум
	декабрь	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
	январь	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
	январь	Формирование образа профессиональной деятельности	2	беседа, практическая работа	практикум
	январь	Фестиваль по итогам работы с модулями	2	беседа, практическая работа	практикум
	февраль	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	февраль	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	февраль	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	февраль	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд", АНО "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Знакомство, работа с ресурсами образовательной онлайн-платформы для школьников и педагогов "Стемфорд" и "еНано"	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум

	март	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	март	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	апрель	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	май	Решение бизнес-кейсов от высокотехнологических компаний.	2	беседа, практическая работа	практикум
	май	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум
	май	Завершение программы	2	беседа, практическая работа	практикум

### **Исследовательский проект 1. Анализ загрязненности пресной воды.**

#### Постановка задачи:

Пресная вода играет особую роль в жизни живых организмов и человека. С каждым днем в связи с развитием техники и промышленности в пресную воду попадает все больше и больше загрязнителей органического и неорганического происхождения, многие из которых опасны для жизни животных, растений и человека. В связи с этим человек придумал различные средства фильтрации. Но прежде чем применять тот или иной фильтр необходимо определить загрязнитель и его концентрацию. На сегодняшний день существует множество методов анализа пресной воды, которые в большинстве своем занимают длительное время, дороги и требуют специального лабораторного оборудования. В данном школьном проекте предполагается, что ученики самостоятельно освоят одну или несколько методик проведения анализа химического состава воды и предложат новые методы для идентификации загрязнителя и его концентрации.

Физико-химические свойства пресной воды зависят от наличия и свойств примесей. Анализ зависимости физических и химических свойств пресной воды от химического состава и концентрации примесей позволит идентифицировать загрязнитель и определить его массовое содержание в единице объема.

Разработка новых методик идентификации химических загрязнителей пресной воды и их концентраций. Проведение качественного анализа степени загрязненности пресной воды, идентификация и определение концентрации загрязнителей, не прибегая к сложному и дорогостоящему оборудованию и материалам.

### **Исследовательский проект 2. Получение кристаллов самоструктурирующихся бионанообъектов и изучение межмолекулярных взаимодействий на примере белка лизоцима.**

#### Постановка задачи:

Знание трехмерной структуры самоорганизующихся биологических систем дает потенциальную возможность создания новых лекарственных препаратов, способствует пониманию биологических процессов. Возможно, в будущем будет найден способ получения новых видов более эффективных катализаторов, с использованием знаний об активных центрах ферментов.

Практическое и теоретическое ознакомление с основными приемами получения белковых кристаллов, исследование влияния различных факторов на самоорганизацию молекулярной системы.

Получение белковых кристаллов различными методами, кристаллизация белка прошедшего процесс денатурации-ренатурации, вызванной изменением физико-химических параметров раствора.

### **Исследовательский проект 3. Свойства двумерных нанореакторов.**

#### Постановка задачи:

Под двумерными нанореакторами можно понимать разные вещи, однако достаточно часто в качестве них можно рассматривать некоторые соединения со слоистой структурой, если они используются для получения наночастиц, при этом первой стадией синтеза обычно является ионный обмен или интеркаляция заданных соединений в межслоевое пространство «нанореакторов». В рамках предлагаемого проекта предлагается изучить сорбционные и ионнообменные свойства ряда доступных минералов и медицинских препаратов (каолин, смекта, слоистые двойные гидроксиды и др.).

Освоение новых методов получения гибридных и наноматериалов.

Получение фаз со слоистой структурой с внедренными в межслоевое пространство ионами и комплексными соединениями.

#### **Исследовательский проект 4. Получение наночастиц лекарственных веществ различными методами - сравнение их структуры (полиморфизм, получение аморфных состояний) и динамики растворения.**

##### Постановка задачи:

Около 40% создаваемых фармацевтической промышленностью перспективных низкодозных лекарственных препаратов практически нерастворимы в воде. Поэтому увеличение биодоступности лекарственных веществ – чрезвычайно важная и актуальная задача современной науки. В фармацевтической промышленности во всем мире создание новых высокоэффективных лекарственных форм считается задачей не менее важной, чем синтез новых лекарственных препаратов, поскольку разработка, синтез и внедрение новых лекарственных веществ требуют больших финансовых затрат и времени. Это открывает новые возможности повышения биологической активности и технологических характеристик как уже известных и применяемых препаратов, так и вновь синтезируемых, позволяя получить биологический и экономический эффект в более сжатые сроки, так как приемы, используемые при модификации лекарственной формы, не изменяют фармакологические характеристики препарата. Известно, что уменьшение размеров частиц и, таким образом, увеличение площади поверхности, позволяет улучшить динамику растворения плохо растворимых в воде лекарственных препаратов. Кроме того, огромный интерес со стороны фармацевтических компаний к созданию и развитию технологий, позволяющих получать микро- и наночастицы с заданными размерами, связан, в том числе, с возрастающей популярностью ингаляционной терапии.

В данном проекте школьникам предлагается поучаствовать в создании высокоэффективных лекарственных форм нового поколения путем получения микро- и наночастиц органических лекарственных веществ методами распылительной высокотемпературной сушки, криогенной сушки замороженных растворов, высаливанием, за счет термического разложения предшественников, за счет фазовых переходов, за счет механической обработки, в том числе - в присутствии вспомогательных веществ (полимеры, используемые в фармации, неорганические соли и окислы металлов).

#### **Исследовательский проект 5. Элементы плоской оптики (радужная голограмма).**

##### Постановка задачи:

Голография начала бурно развиваться и приобрела большое практическое значение в результате фундаментальных исследований по квантовой электронике, выполненных советскими физиками - академиками Н.Г. Басовым и А.М. Прохоровым - и американским ученым Чарльзом Таунсом. В результате данных исследований в 1960 г. был создан первый лазер. В том же году профессором Т. Маймамом был сконструирован импульсный лазер на рубине. Эта система (в отличие от непрерывного лазера) дает мощные и короткие, длительностью в несколько наносекунд, лазерные импульсы, позволяющие фиксировать на голограмме подвижные объекты. Первый портрет человека был снят с помощью рубинового лазера в 1967 году.

Основоположником голографии является профессор государственного колледжа в Лондоне Деннис Габор, получивший в 1947 г. первую голограмму. Открытие голографии было сделано в ходе экспериментов по увеличению разрешающей способности электронного микроскопа. Названием "голография" Д. Габор подчеркнул, что метод позволяет зарегистрировать полную информацию об исследуемом объекте.

Начало изобразительной голографии было положено работами Эмметта Лейта и Юриса Упатниекса из Мичиганского Технологического Института (США), получившими в 1962 г. первую объемную пропускающую голограмму, восстанавливаемую в лазерном свете. Схема записи голограмм, предложенная этими учеными, теперь используется в голографических лабораториях повсюду в мире.

Решающее значение для развития изобразительной голографии имели работы академика Ю.Н. Денисюка, выполненные в 60-70-х годах. Он впервые получил отражательные голограммы, позволяющие воспроизводить объемные изображения в обычном, белом свете.



Практически вся современная изобразительная голография базируется на методах, предложенных Денисюком.

Первые высококачественные голограммы по методу Ю.Н. Денисюка были выполнены в 1968 г. в СССР - Г.А. Соболевым и Д.А. Стаселько, а в США - Л. Зибертом.

Ллойд Кросс получил мультиплексную голограмму, состоящую из множества обычных фотографий объекта, снятых с множества точек зрения, лежащих в горизонтальной плоскости. При перемещении такой голограммы в поле зрения можно увидеть все запечатленные кадры.

С середины 70-х годов ведутся разработки систем голографического кинематографа. В нашей стране значительные успехи в этом направлении были достигнуты специалистами Научно-исследовательского кино-фото института (НИКФИ) в Москве под руководством В.Г. Комара.

В настоящее время голография продолжает активно развиваться, и с каждым годом в этой области появляются новые интересные решения. Нет сомнения, что в будущем изобразительной голографии предстоит занять в жизни людей еще более значительное место.