

Управление народного образования администрации города  
Мичуринска Тамбовской области  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №1»

Рассмотрена на заседании  
Научно-методического Совета и  
рекомендована к утверждению  
от «17» июня 2022 г.  
Протокол № 5

«Утверждаю»:  
и.о. Директора МБОУ СОШ №1  
/И. А. Севидов  
Приказ № 174  
от «10» августа 2022 года



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая  
программа естественнонаучной направленности  
«Наноквантум»**

**Уровень освоения – базовый**

**Возраст обучающихся 14-18 лет**

**Срок реализации –1 год**

**Автор-составитель:**  
Дроздова Наталия Владимировна,  
педагог дополнительного образования

**Мичуринск, 2022**

## ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

1. Учреждение	Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №1» г.Мичуринска
2. Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа естественнонаучной направленности «Наноквантум»
3. Сведения об авторах:	
3.1. Ф.И.О, должность	Дроздова Наталия Владимировна, педагог дополнительного образования
4.Сведения о программе:	
4.1. Нормативная база	<p>Федеральный Закон от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»</p> <p>Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 года № 678-р)</p> <p>Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, приказ Министерства Просвещения России от 09.11.2018, №196;</p> <p>Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»</p> <p>Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р)</p> <p>Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 №09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ» (включая разноуровневые программы)</p> <p>Устав МБОУ СОШ №1</p>
4.2. Область применения	дополнительное образование
4.3. Направленность	естественнонаучная
4.4. Уровень освоения программы	базовый
4.5. Вид программы	модифицированная
4.6. Возраст учащихся	14-18 лет

по программе	
4.7. Продолжительность обучения	1 год

# **БЛОК №1 «КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ»**

## **1.1. Пояснительная записка**

### **Направленность программы**

Дополнительная общеразвивающая программа «Наноквантум» имеет естественнонаучную направленность.

### **Актуальность данной программы**

По мере развития тенденции минимизации технических и информационно-технических систем, обретения ими новых функциональных характеристик все более актуальными становятся вопросы создания и применения наноразмерных материалов, технологии синтеза и производства которых становятся особенно важными и перспективными. Для предсказания, оценивания и управления свойствами нанотехнологичных продуктов, определения области их работы необходимо понимать как механизмы, лежащие в основе формирования наноматериалов и наноразмерных систем, так и протекающие в них процессы, обуславливающие особенности их работы. С выходом на рынок нанотехнологий, «умных» материалов, новых приборов и лекарственных веществ знания подрастающего поколения в этой сфере будут способствовать новым достижениям во многих отраслях науки и промышленности, а молодым специалистам обеспечат высокую конкурентоспособность и большую востребованность на рынке труда.

Программа «Наноквантум» направлена на развитие профессиональных компетенций, продиктованных современными условиями естественнонаучной и технической направленностей, и призвана сформировать у учащихся знания о методах и технологиях получения нанопорошков, нанослоев, наногетероструктур и наноструктурированных материалов, в основе которых лежат различные физические и физико-химические процессы.

### **Педагогическая целесообразность**

Программа «Наноквантум», главным образом, направлена на решение профориентационных задач, обеспечивая возможность знакомства обучающихся с современным оборудованием и современными требованиями к профессиям естественнонаучной и технической направленности.

Обоснованность изучения данного курса вызвана значительной наукоемкостью процессов разработки и изготовления продукции из наноструктурированных материалов, новизной научных разработок и большими рисками при оценке эффективности их использования для создания конкурентоспособной нанопродукции, необходимостью отслеживать постоянно изменяющуюся конъюнктуру на рынке нанопродукции и нанотехнологий.

Методологической основой программы является системно-

деятельностный подход, сочетающийся с различными современными образовательными технологиями, такими как технология развития понятийного мышления, технология исследовательской и проектной деятельности. Применение системно-деятельностного подхода наиболее эффективно способствует формированию универсальных учебных действий.

### **Отличительная особенность программы**

В ходе разработки программы были проанализированы методические пособия Министерства просвещения Российской Федерации «Реализация образовательных программ по химии из части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, с использованием оборудования детского технопарка «Школьный кванториум», В.Е. Понаморев, г.Москва, 2021. Представляемая программа основана на Методическом инструментарии наставника «Наноквантумтулкит» (М.Мухин и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2019), программа ДО Кингисеппский колледжа технологии и сервиса, структурного подразделения «Детский технопарк «Кванториум»; программа «Введение в материаловедение и нанотехнологии» Рыбинского филиала государственного образовательного автономного учреждения дополнительного образования Ярославской области центра детско-юношеского технического творчества Детского технопарка «Кванториум».

### **Адресат программы**

Программа предназначена для учащихся в возрасте 14-18 лет, желающих заниматься исследованиями в области нанотехнологий. Данный возрастной период обусловлен переходом от детства к взрослости и является важным периодом в формировании личности. В этом возрасте дети начинают проявлять осознанный интерес к естественным наукам, происходит становление начального этапа созревания личности, который характеризуется выраженным познавательным интересом, развитием теоретического мышления, самовоспитанием, развитием умения рефлексировать.

### **Условия набора учащихся**

Ограничений по состоянию здоровья нет. Для успешного усвоения программы необходимы базовые знания химии и физики за курс 7-9 классов. Набор в группу ведется без тестирования, на основе собеседования и личного желания учащегося.

Количество учащихся в группе – 10-12 человек.

### **Объем и сроки освоения программы, режим занятий**

Программа рассчитана на 1 года обучения (144 часа).

Занятия проводятся два раза в неделю. Продолжительность одного занятия – 45 минут. Количество занятий в неделю – 4.

### **Формы обучения и виды занятий**

Обучение проводится в формате лекций, объяснений и демонстраций

для усвоения теоретического материала. После основного лекционного материала проводятся практические занятия для эффективного закрепления полученных теоретических знаний, а также для формирования базовых навыков. Для проверки полученных знаний целесообразно проводить публичные защиты результатов, полученных на практике, а также выступления перед группой обучающихся на заранее подготовленные темы.

На этапе изучения нового материала – лекция, объяснение, рассказ, демонстрация;

на этапе закрепления изученного материала – беседа, дискуссия, практическая работа, дидактическая игра;

на этапе повторения изученного материала – наблюдение, устный контроль (опрос, игра), творческое задание;

на этапе проверки полученных знаний – выполнение дополнительных заданий, публичное выступление с демонстрацией результатов работы.

## **1.2. Цель и задачи программы**

**Цель программы:** формирование представлений об основных аспектах нанотехнологий в процессе познавательной и творческой деятельности при проведении самостоятельных экспериментов и исследований.

### **Задачи программы**

#### ***Образовательные:***

формировать базовые знания в области нанотехнологий;

способствовать овладению современными представлениями об основных приборах и методах нанодиагностики и их аналитических возможностях;

знакомить с основными методами получения наноматериалов и наноструктур;

обучать навыкам быстрого освоения новых инструментальных и технических средств, в том числе высокотехнологичного оборудования и принципов работы с ним;

формировать у учащихся знания о физических основах, инструментальных принципах и диагностических возможностях методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии (СЗМ, СЛ), являющихся одними из базовых методов современной нанодиагностики;

формировать системные знания о методах и технологиях получения наноразмерных систем и их практической реализации;

#### ***Развивающие:***

развить познавательный интерес к проектной деятельности, решению изобретательских задач, научно-техническому творчеству;

овладеть навыками проектной деятельности, подготовка в области проектной деятельности на современном уровне;

обучить навыкам использования научно-популярной и справочной литературы, интернет-источников;

выработать навыки командной работы и публичных выступлений, докладов;

ознакомить с техническими профессиями и обеспечить условия профессионального самоопределения;

развить наблюдательность, внимание, способность учащихся к самостоятельному решению возникающих проблем.

***Воспитательные:***

формировать социальную активность, гражданскую позицию, культуру проведения эксперимента и поведения в социуме;

воспитывать аккуратность, трудолюбие, усидчивость, навыки организации своей деятельности;

### 1.3. Содержание программы

#### Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
	<b>Вводное занятие</b>	<b>2</b>	1	1	
<b>1.</b>	<b>Раздел.1. Терминология наномира</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	
<b>1.1.</b>	Терминология и основные понятия, связанные с нанотехнологиями	6	2	4	Тестирование, представление буклета
<b>1.2.</b>	Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии	8	2	6	Отчет о результатах практической работы
<b>1.3.</b>	Классификация наноразмерных объектов и систем на их основе. Физикохимия наноразмерных систем. Классификация методов получения	8	2	6	Отчет о результатах практической работы
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>26</b>	
2.1.	Методы и оборудование получения нанообъектов	6	2	4	Отчет о результатах практической работы
2.2.	Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокровов	6	2	4	Отчет о результатах практической работы
2.3.	Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ	6	2	4	Отчет о результатах практической работы
2.4.	Гидротермальный синтез. Осаждение из растворов. Золь-гель технология	6	2	4	Отчет о результатах практической работы
2.5.	Кейс «Мир симметрии кристаллов»	12	2	10	Защита кейса
<b>3.</b>	<b>Раздел. 3. Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	
<b>3.1.</b>	<b>Особенности диагностики наноразмерных систем в</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>Опрос</b>

	зависимости от метода и технологии получения				
3.2.	Сканирующая туннельная микроскопия, упругая и неупругая локальная туннельная спектроскопия	4	2	2	Отчет о результатах практической работы
3.3.	Сканирующая силовая микроскопия. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы	6	2	4	Отчет о результатах практической работы
3.4.	Измерение локальных механических, электрических, магнитных характеристик объектов различной природы	2	2	0	Опрос
3.5.	Сканирующая зондовая литография	4	2	2	Отчет о результатах практической работы
3.6.	Изготовление и диагностика СЗМ зондов. Простейшие основы теории построения СЗМ изображений. Метрология в СЗМ	4	2	2	Отчет о результатах практической работы
3.7.	Оптические методы исследования и манипуляции нанообъектами	2	2	0	Опрос
3.8.	Обработка и анализ СЗМ данных	2	0	2	Отчет о результатах практической работы
<b>4.</b>	<b>Раздел 4. Прикладная нанотехнология</b>	<b>56</b>	<b>10</b>	<b>46</b>	
4.1.	Нанотехнологии вокруг нас	2	0	2	Защита презентации
4.2.	Нанотехнологии в здравоохранении	6	2	4	Защита презентации
4.3.	Кейс «Получение магнитных наночастиц методом осаждения»	12	2	10	Защита кейса
4.4.	Нанотехнологии и косметология	6	0	6	Защита презентации
4.5.	Кейс «Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц»	12	2	10	Защита кейса
4.6.	Нанобиотехнология	6	2	4	Защита презентации
4.7.	Кейс «Эффект лотоса в быту и природе»	12	2	10	Защита кейса
	Итоговое занятие	2	0	2	Защита проектов
	<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>41</b>	<b>103</b>	

## Содержание программы

### Вводное занятие

**Теория.** История значимых событий в развитии нанотехнологий. Положение нанообъектов на шкале размеров. Ричард Фейнман, Эрик Дрекслер – основоположники нанотехнологий.

**Практика.** Знакомство с оборудованием нанолаборатории. Изучение техники безопасности при работе в лаборатории.

### Раздел 1. Введение в терминологию нанотехнологий

#### Тема 1.1. Терминология и основные понятия, связанные с нанотехнологиями

**Теория.** Понятие стандарта и целей стандартизации. Принятые и планируемые к принятию стандарты в нанотехнологиях.

**Практика.** Поиск и подбор необходимой информации в свободных источниках и структурирование ее. Подготовка информационного буклета «Стандарты в нанотехнологиях».

#### Тема 1.2. Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии

**Теория.** Наносостояние. Причины возникновения. Роль поверхности, размеров и количества атомов в формировании наносостояния. Основные эффекты, проявляющиеся при переходе материалов в наносостояние (изменение параметров внутренней структуры, тепловых, электрических, магнитных, оптических, химических свойств). Классификация наноматериалов. Структура и свойства компактированных наноматериалов. Примеры наноматериалов и их применения. Структура и свойства наносистем. Примеры наносистем и их применения.

**Практика.** Изучение свойств наноматериалов. **Лабораторная работа «Формирование наночастиц твердой фазы при охлаждении из жидкого состояния».**

#### Тема 1.3. Классификация наноразмерных объектов и систем на их основе. Физикохимия наноразмерных систем. Классификация методов получения

**Теория.** Понятие наноразмерного объекта как промежуточного звена между отдельным атомом или молекулой и объемным материалом. Строение наноразмерного объекта и размерные эффекты. 0D, 1D и 2D наноразмерные объекты. Понятие и типы наноразмерных систем. 1D, 2D и 3D наноразмерные системы. Фрактальность наноразмерных систем. Природные

наноразмерные объекты и системы. Искусственные наноразмерные объекты и системы. Классификация наноматериалов. Перспективные направления развития нанотехнологий. Введение в нанохимию. Нанореакторы как инструмент синтеза и исследования химических свойств наноразмерных объектов. Химическая связь и квантовые размерные эффекты. Зависимость физико-химических свойств от размера. Металлические и неметаллические наночастицы. Агломерация и «магические» наночастицы. Нанокompозиты. Эвтектики. Структуры распада. Энергетическое состояние поверхности и межфазных границ. Зародышеобразование и формирование наноструктур. Диспергационные и конденсационные методы получения наноразмерных систем. Химический и физический подход к синтезу. Методы синтеза нанопорошков и наночастиц со сложной неоднородной структурой (типа «ядро-оболочка», «сэндвич» и т.д.). Технологии получения наноматериалов. Темплатный синтез. Самосборка.

**Практика.** Термодинамика монослойной пленки. **Определение параметров устойчивости наносистем методами термодинамического описания. Выявление зависимости стабильного поведения и функционирования наносистемы от внешних факторов.**

## **Раздел 2. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов**

### **Тема 2.1. Методы и оборудование получения нанообъектов**

**Теория.** Физико-химические основы получения нанопорошков испарением-конденсацией, в процессе газофазных реакций, а также кристаллизации из расплава. Применение и выбор процессов испарения-конденсации, процесса газофазных реакций, а также кристаллизации из расплава для синтеза нанопорошков различной химической природы и физической структуры. Разновидности методик и оборудования. Физико-химические основы получения компактированных наноматериалов. Применение процессов компактированных наноматериалов для получения изделий из нанопорошков методом спекания.

**Практика.** Расчет энергии, затрачиваемой при диспергировании материалов до заданного размера частиц.

### **Тема 2.2. Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокрытий**

**Теория.** Физико-химические основы получения нанопорошков твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокрытий. Применение процессов нанесения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокрытий для создания модифицированных поверхностных слоев.

**Практика.** **Определение распределения наночастиц по размерам. Определение параметров наночастиц седиментационным методом.**

## **Тема 2.3. Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ**

*Теория.* Физико-химические основы очистки материалов и получения высокочистых веществ. Применение процессов очистки материалов для различных веществ в различных агрегатных состояниях. Разновидности методик и оборудования.

*Практика.* Методы зонной очистки. Распределение примесей по длине слитка при зонной плавке.

## **Тема 2.4. Гидротермальный синтез. Осаждение из растворов. Золь-гель технология**

*Теория.* Сверхкритическое состояние. Физико-химические особенности зародышеобразования и роста кристаллов в гидротермальных условиях. Основы гидротермальной технологии синтеза наночастиц. Совмещение гидротермального метода с акустическими и микроволновыми технологиями. Коллоидное состояние и дисперсные системы. Наножидкости. Метод осаждения и соосаждения из растворов. Седиментация как метод повышения выхода наночастиц. Золь-гель технология. Методы получения золь-гелей. Физический и химический гель. Золь-гель процесс. Синтез наночастиц в микрогетерогенных системах и их физико-химические свойства. Быстрое охлаждение системы как способ синтеза наночастиц.

*Практика.* Химический синтез и физико-химический анализ водной дисперсии наночастиц золота.

## **2.5. Кейс «Мир симметрии кристаллов»**

### **Тема 2.5.1. Постановка проблемного поля, командообразование, генерация идей**

*Практика.* Поиск вариантов технических решений проблемной ситуации методом мозгового штурма и элементов метода морф. анализа. Представление идей перед аудиторией. Образование команд в результате голосования и бизнес-игр.

### **Тема 2.5.2. Подготовка и проведение экспериментальной части**

*Теория.* Образование кристаллов, рост, фазовое равновесие, изоморфизм, полиморфизм. Направления, посвященные изучению кристаллов: в физике (физика твердого тела, кристаллография), в химии (кристаллохимия и физическая химия), и в геологии (минералогия, геохимия). Природные и искусственные кристаллы. Области применения кристаллов. Актуальные задачи нанотехнологий, связанные с кристаллическим состоянием.

**Практика.** Расчет условий роста зародыша кристалла. Приготовление затравочного раствора. Извлечение зародыша, закрепление. Приготовление раствора для роста. Наблюдение и оформление протокола роста кристалла. Опыты по моментальной кристаллизации. Получение тонких пленок, изучение их под микроскопом.

### **Тема 2.5.3. Подготовка к презентации проекта**

**Теория.** Публичное выступление: подготовка, репетиция, борьба со страхом. Основы профессиональных коммуникаций: техническая речь.

**Практика.** Подготовка плана рассказа, распределение ролей, подготовка структуры будущей презентации. Выделение возможных вопросов со стороны зрителей и подготовка ответов на них. Репетиция выступления.

## **Раздел 3. Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии**

### **Тема 3.1. Особенности диагностики наноразмерных систем в зависимости от метода и технологии получения**

**Теория.** Выбор методов и инструментов диагностики наноразмерных систем в зависимости от способа и технологии их получения. Анализ тенденций развития методов и технологий получения наноразмерных систем и инструментальных методов их исследования. Основная идея СЗМ. Пространственное разрешение СЗМ. Пьезосканер. Основные типы СЗМ, основные измерительные моды. Аппаратно-программные средства управления, сбора и обработки СЗМ данных.

### **Тема 3.2. Сканирующая туннельная микроскопия, упругая и неупругая локальная туннельная спектроскопия**

**Теория.** Туннельный эффект. Энергетическая диаграмма контакта металл – диэлектрик – металл. Туннельный ток в случае потенциального барьера прямоугольной и треугольной формы. Режим постоянного туннельного тока и постоянной высоты. Пространственное разрешение СТМ. Упругая и неупругая туннельная спектроскопия. Локальная туннельная спектроскопия металлов, полупроводников, сверхпроводников, органических молекул. Сканирующая туннельная микроскопия и спектроскопия атомного разрешения. Эффекты одноэлектронного туннелирования. Применение СТМ.

**Практика.** Визуализация методом СТМ микро – и наноструктуры поверхности образца мастер-диска, используемого при изготовлении DVD дисков.

### **Тема 3.3. Сканирующая силовая микроскопия. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы**

**Теория.** Энергия межатомного взаимодействия. Ветви отталкивания и притяжения. Потенциал Леннарда-Джонса. Модель Герца для упругого контакта двух сфер. Упругий контакт плоскости и сферы. Способ измерения локального силового взаимодействия. Кантилеверы и их параметры. Пьезорезонансные датчики силового взаимодействия. Контактная, бесконтактная и полуконтактная измерительные моды. Режим постоянной силы и постоянной высоты. Амплитуда, частота и фаза колебаний в полуконтактном режиме. Получение кривых подвода в различных режимах, измерение средней силы взаимодействия. Выбор кантилеверов для исследования объектов различной природы. Особенности силовой микроскопии биологических объектов. Примеры применения сканирующей силовой микроскопии для диагностики наномеханических свойств полимерных материалов.

**Практика.** Визуализация и измерение геометрических параметров питов на поверхности CD диска из поликарбоната

### **Тема 3.4. Измерение локальных механических, электрических, магнитных характеристик объектов различной природы**

**Теория.** Измерение локальной силы трения. Измерение локальной твердости в сканирующем силовом микроскопе. Фазовый контраст. Построение карты распределения модуля Юнга. Сканирующая емкостная микроскопия полупроводниковых наногетероструктур. Измерение локального потенциала (Кельвин мода). Измерение сопротивления растекания. Микроскоп магнитных сил. Двухпроходные СЗМ методики. Кантилеверы для магнитных и электростатических измерений. Сверхвысоковакуумная зондовая микроскопия и спектроскопия атомного разрешения.

### **Тема 3.5. Сканирующая зондовая литография**

**Теория.** Локальное механическое давление, напряженность электрического поля и плотность тока в области контакта. Физические явления, приводящие к модификации поверхности в области наноконтакта. Токовая литография. Контактная силовая литография. Динамическая силовая литография. Литография методом локального анодного оксидирования. Локальные электрохимические реакции. Характерные примеры, демонстрирующие возможности СЗМ.

**Практика.** Создание наноструктуры по цифровому шаблону на поверхности поликарбоната методом динамической силовой литографии.

### **Тема 3.6. Изготовление и диагностика СЗМ зондов. Простейшие основы теории построения СЗМ изображений. Метрология в СЗМ**

**Теория.** Технология изготовления кремниевых кантилеверов для силовой микроскопии, металлических игл для туннельной микроскопии, заостренного оптоволокну для оптической микроскопии ближнего поля, зонды для электрохимической микроскопии, зонды для термомикроскопии, пьезорезонансные зонды на основе кварцевых и пьезокерамических резонаторов. Основы теории построения СЗМ изображения: учет инструментального вклада формы зонда в измеряемом профиле рельефа, деконволюция. Тестовые образцы для калибровки СЗМ.

**Практика.** Изготовление вольфрамовых зондов методом электрохимического травления. Определение параметров зондов с помощью сканирующего электронного микроскопа и с помощью тестовой TGT решетки в сканирующем силовом микроскопе. Обработка и анализ СЗМ-данных, полученных при визуализации объектов различной природы.

### **Тема 3.7. Оптические методы исследования и манипуляции нанообъектами**

**Теория.** Современная оптическая микроскопия. Базовые принципы конфокальной и ближнеполевой оптической микроскопии. Интенсивность электромагнитного излучения в эванесцентной зоне (ближнее поле) и в зоне дальнего поля. Зонд для ОМБП. Конструкция оптического микроскопа ближнего поля (ОМБП) и конфокального оптического микроскопа. Устройство и работа лазерного пинцета.

### **Тема 3.8. Обработка и анализ СЗМ данных**

**Практика.** Обработка и представление СЗМ – данных, измерение геометрических характеристик на СЗМ – изображениях.

## **Раздел 4. Прикладная нанотехнология**

### **Тема 4.1. Нанотехнологии вокруг нас**

**Практика.** Поиск теоретической информации об использовании наноматериалов в различных областях науки и техники, создание презентации по теме и ее публичное представление.

### **Тема 4.2. Нанотехнологии в здравоохранении**

**Теория.** Нанобиороботы, нанобиореакторы и биокомпьютеры в медицине. Двоичная система счисления и изменение цвета бактерий с зеленого на красный (или наоборот) при изменении генетического кода.

Использование программируемых бактерий в медицине для прогнозирования болезней. Нанобиореактор и революция в микроэлектронике. Создание нанолекарств. Наноматериалы и нанотехнологии и их безопасность.

**Практика.** Поиск теоретической информации, создание презентации по теме и ее публичное представление.

### **Кейс 4.3. «Получение магнитных наночастиц методом осаждения»**

#### **Тема 4.3.1. Постановка проблемного поля, командообразование, генерация идей**

**Практика.** Поиск вариантов технических решений проблемной ситуации методом мозгового штурма и элементов метода морф. анализа. Представление идей перед аудиторией. Образование команд в результате голосования.

#### **Тема 4.3.2. Подготовка и проведение экспериментальной части**

**Теория.** Типы магнитных наночастиц. Синтез. Области применения.

**Практика.** Изготовление магнитной жидкости, методом осаждения из раствора. Выдвижение гипотез по применению полученных наночастиц в различных областях.

#### **Тема 4.3.3. Подготовка к защите кейса**

**Практика.** Подготовка плана рассказа, распределение ролей, подготовка структуры будущей презентации. Выделение возможных вопросов со стороны зрителей и подготовка ответов на них. Репетиция выступления.

### **Тема 4.4. Нанотехнологии и косметология**

**Практика.** Поиск теоретической информации об использовании наноматериалов в различных областях науки и техники, создание презентации по теме и ее публичное представление.

### **4.5. Кейс «Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц»**

#### **Тема 4.5.1. Постановка проблемного поля, командообразование, генерация идей**

**Практика.** Поиск вариантов технических решений проблемной ситуации методом мозгового штурма и элементов метода морф. анализа. Представление идей перед аудиторией. Образование команд в результате голосования.

## **Тема 4.5.2. Свойства наночастиц серебра. Изготовление шампуней с наночастицами**

**Теория.** Бактерицидные, противовирусные свойства наночастиц серебра. Использование добавок на основе наночастиц серебра в косметологии, медицине, микроэлектронике и др.

**Практика.** Разработка метода диагностики состояния окрашенных волос на микроуровне. Создание шампуней с частицами серебра. Выявление влияния наночастиц серебра на состояние окрашенных волос.

## **Тема 4.5.3. Подготовка к защите кейса**

**Практика.** Подготовка плана рассказа, распределение ролей, подготовка структуры будущей презентации. Выделение возможных вопросов со стороны зрителей и подготовка ответов на них. Репетиция выступления.

## **Тема 4.6. Нанобиотехнология**

**Теория.** «Эффект лотоса» и его применение в быту и технике. Нановолокна. Применение нового материала «гекель» в разных областях человеческой деятельности.

**Практика.** Поиск теоретической информации, создание презентации по теме и ее публичное представление.

## **4.7. Кейс «Эффект лотоса в быту и природе»**

### **Тема 4.7.1. Гидрофобный эффект**

**Теория.** Гидрофобный эффект в быту и природе. Применение гидрофобного эффекта. Водонепроницаемые ткани.

**Практика.** Поиск и подбор необходимой информации в свободных источниках и структурирование ее. Разработка метода изготовления водонепроницаемых тканей. Изготовление водонепроницаемых тканей. Формулирование практической значимости «эффекта лотоса» в быту и природе.

### **Тема 4.7.2. Изготовление водонепроницаемой ткани**

**Практика.** Разработка метода изготовления водонепроницаемых тканей. Изготовление водонепроницаемых тканей. Формулирование практической значимости «эффекта лотоса» в быту и природе.

### **Тема 4.7.3. Подготовка к защите кейса**

**Практика.** Подготовка плана рассказа, распределение ролей, подготовка

структуры будущей презентации. Выделение возможных вопросов со стороны зрителей и подготовка ответов на них. Репетиция выступления.

### **Итоговое занятие**

Защита проектов. Подведение итогов.

## 1.4. Планируемые результаты

### *Результаты обучения(предметные)*

По окончании обучения учащиеся:

ознакомятся с базовыми знаниями в области нанотехнологий;  
овладеют современными представлениями об основных приборах и методах нанодиагностики и их аналитических возможностях;

освоят основные методы получения наноматериалов и наноструктур;  
обучатся навыкам быстрого освоения новых инструментальных и технических средств, в том числе высокотехнологичного оборудования и принципов работы с ним;

сформируют системные знания о физических основах, инструментальных принципах и диагностических возможностях методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии (СЗМ, СЛ), являющихся одними из базовых методов современной нанодиагностики;

сформируют системные знания о методах и технологиях получения наноразмерных систем и их практической реализации;

освоят терминологии и основные понятия, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;

### *метапредметные*

разовьют познавательный интерес к проектной деятельности, решению изобретательских задач, научно-техническому творчеству;

овладеют навыками проектной деятельности, подготовка в области проектной деятельности на современном уровне;

обучатся навыкам использования научно-популярной и справочной литературы, интернет-источников;

выработают навыки командной работы и публичных выступлений, докладов;

ознакомятся с техническими профессиями и обеспечение условий профессионального самоопределения;

разовьют наблюдательность, внимание, способность к самостоятельному решению возникающих проблем;

### *личностные:*

сформируют социальную активность, культуру проведения эксперимента и поведения в социуме

сформируют самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений.

## **БЛОК №2. «КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ»**

### **2.1. Календарный учебный график**

Учебный год по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе базового уровня «Наоквантум» начинается 15 сентября и заканчивается 31 мая (Приложение 1).

### **2.2. Условия реализации программы**

#### **Материально-техническое обеспечение программы**

Занятия осуществляются в специально приспособленном помещении – учебном кабинете, соответствующем требованиям техники безопасности, пожарной безопасности, санитарным нормам. Имеется подсобное помещение – лаборантская кабинета химии.

Оснащение учебного кабинета – классная доска, столы и стулья для учащихся и педагога, шкафы и стеллажи для хранения дидактических пособий и учебных материалов.

#### **Оборудование:**

микроскоп оптический цифровой;  
весы аналитические;  
спектрофотометр;  
центрифуга, магнитная мешалка;  
персональный компьютер (ноутбук) с выходом в сеть Интернет и установленным специализированным программным обеспечением;  
вспомогательное оборудование (дистиллятор, ультразвуковая мойка, водяная баня, сушильный шкаф, муфельная печь, рефрактометр и т.п.);  
простые измерительные приборы (цифровой мультиметр, штангенциркуль и т.п.);  
набор лабораторной посуды;  
лабораторная мебель, общелабораторные принадлежности;  
расходные материалы;  
спецодежда (халаты, защитные очки, перчатки).

#### **Методическое обеспечение**

#### **Учебно-методические и дидактические средства обучения**

кейс-задания, близкие по тематике содержанию занятий;  
научно-популярные фильмы, видеоматериалы;  
презентации, подготовленные педагогом;  
справочные таблицы (Менделеева, растворимости, вязкости, температуры кипения, плавления и др.).

## Методическое обеспечение программы

№ п/п	Название раздела	Формы занятий	Методы и приемы	Дидактический материал, техническое оснащение	Формы подведения итогов
1.	Введение в терминологию нанотехнологий	Теоретические и практические занятия	Объяснительно-иллюстративный, эвристический методы, метод проблемного изложения, поисковый и исследовательский методы	Карточки с алгоритмами выполнения лабораторных и практических работ, кейс-задания.  Оборудование лаборатории «Наноквантум», компьютерное и презентационное оборудование	Тестирование, отчеты о результатах практических работ
2.	Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов	Теоретические и практические занятия	Объяснительно-иллюстративный, эвристический методы, метод проблемного изложения, поисковый и исследовательский методы, мозговой штурм	Карточки с алгоритмами выполнения лабораторных и практических работ, кейс-задания.  Оборудование лаборатории «Наноквантум», компьютерное и презентационное оборудование	Отчеты о результатах практических работ, защита кейса, опросы
3.	Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии	Теоретические и практические занятия	Объяснительно-иллюстративный, эвристический методы, метод проблемного изложения, поисковый и исследовательский методы	Карточки с алгоритмами выполнения лабораторных и практических работ, кейс-задания.  Оборудование лаборатории «Наноквантум», компьютерное и презентационное оборудование	Отчеты о результатах практических работ, опросы
4.	Прикладная нанотехнология	Теоретические и практические занятия	Объяснительно-иллюстративный	Карточки с алгоритмами выполнения	Отчеты о результатах практических работ

			<p>ный, эвристический методы, метод проблемного изложения, поисковый и исследовательский методы, мозговой штурм</p>	<p>лабораторных и практических работ, кейс- задания.</p> <p>Оборудование лаборатории «Наноквантум», компьютерное и презентационное оборудование</p>	<p>их работ, защита кейсов</p>
--	--	--	---	---	--

### 2.3. Формы аттестации

**Основной аттестации** является проектная деятельность учащихся по направлению общеобразовательной программы и участием в научно-практических конференциях.

**Промежуточная аттестация** выполнения программы и степени усвоения материала производится с помощью выполнения кейсов.

**Итоговой аттестацией** является разработка и публичная защита проекта.

### 2.4. Оценочные материалы

Диагностическое обследование по выявлению уровня развития усвоения теоретических, практических, творческих способностей проводится методами диагностического анкетирования, выполнения лабораторных, практических работ, решения кейс-заданий, педагогического наблюдения за деятельностью учащихся в процессе занятия в течение учебного года.

#### **Критерии оценки результативности**

##### ***Теоретическая подготовка***

1 балл – учащийся освоил на 80-100% объём знаний, предусмотренных программой за конкретный период; специальные термины употребляет осознанно и в полном соответствии с их содержанием, проект выполнен при поддержке педагога на высоком уровне самостоятельности;

2 балла – объём усвоенных знаний составляет 50-80%; сочетает специальную терминологию с бытовой;

3 балла – учащийся овладел менее чем 50% объёма знаний, предусмотренных программой, как правило, избегает употреблять специальные термины.

##### ***Практическая подготовка***

1 балл – учащийся проявил высокий уровень заинтересованности и мотивированности при выполнении проекта, с оборудованием работает

самостоятельно, не испытывает особых трудностей; выполняет практические задания с элементами творчества;

2 балла – учащийся работает с оборудованием с помощью педагога; в основном, выполняет задания на основе образца;

3 балла – учащийся испытывает серьёзные затруднения при работе с оборудованием, в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания педагога.

### ***Социальная активность***

1 балл – учащийся принимает активное участие в большинстве предлагаемых мероприятий, конкурсах и соревнованиях различного уровня (80-100%) и занимает призовые места;

2 балла – учащийся принимает участие в 50-80% предлагаемых мероприятиях, конкурсах и соревнованиях различного уровня и занимает призовые места;

3 балла – учащийся принимает участие менее чем в 50% предлагаемых мероприятиях, конкурсах и соревнованиях различного уровня и не занимает призовые места.

## **2.5. Список литературы**

### **Информационные источники для педагогов**

1. База данных US PatentandTrademarkoffice [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uspto.gov/patft/index.html>
2. Гудилин, Е.А. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества [Текст]/ под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 171 с.
3. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст]/ А.И. Гусев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
4. Дубровский, В.Г. Теоретические особенности технологии полупроводниковых наноструктур [Текст]/ В.Г. Дубровский. – Санкт-Петербург, 2006. – 347 с.
5. Журнал «Квант» за 1970 – 2007 гг. [Текст]. – М.: Наука.
6. Интернет-курс «ConceptsinNanotechnology» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.canvas.net/courses/concepts-in-nanotechnology>
7. Поисковая система научно-технической информации ISI Web ofknowledge [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.isiknowledge.com/](http://www.isiknowledge.com/)
8. Интернет-курс «Coursera: Nanotechnology and Nanosensors» [Электронныйресурс]. – Режимдоступа: <https://www.class-central.com/mooc/5200/courserananotechnology-and-nanosensors-part1>.
9. Интернет-курс «Fundamentals of Nanoelectronics: Basic Concepts» [Электронныйресурс].– Режимдоступа: <https://www.edx.org/course/fundamentalsnanoelectronics-basic-purdueh->

nano520x.

10. Мишкеевич, Г. Рабочая грань алмаза [Текст]/ Г. Мишкеевич. – Ленинград: ЛЕНИЗДАТ, 1982.

11. Мухин, М. Наноквантумтулжит [Текст]/ М. Мухин, И. Мухин, А. Голубок. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 – 128 с.

12. Методические рекомендации «Химические методы синтеза наноматериалов», МГУ им. Ломоносова/ под редакцией акад. РАН, д.х.н., профессор Ю.Д. Третьяков, 2011 [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru/>

13. Нанотехнологическое общество России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntsrf.info/internet/>

14. Новые материалы [Текст]/ под редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС. – 2002 – 736 с.

15. Онлайн курсы. Интернет-курс «Наука для детей: наглядные опыты дома» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stepik.org/course/Наука-для-детей-наглядные-опыты-дома-1725>.

16. Пул, Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии – [Текст]/ Ч.Пул-мл., Ф Оуэнс. – М.: Технофера, 2006. – 336 с.

17. РосНаноНет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.RusNanoNet.ru/news/](http://www.RusNanoNet.ru/news/)

18. Сайт нанотехнологического сообщества «Нанометр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanometer.ru/>

19. Сайт о нанотехнологиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/>.

20. Сергеев, Г.Б. Нанохимия [Текст]/ Г.Б. Сергеев. – М.: МГУ, 2007.

21. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов [Текст]/ под ред. С.В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 528 с.

22. Сонин, А.С. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов [Текст]/ А.С. Сонин. – М.: Наука, 1988.

23. Суздалев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]/ И.П. Суздалев. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.

### **Информационные источники для учащихся**

1. Гринвуд, Н. Химия элементов: в 2 томах [Текст]/ Н. Гринвуд, А. Эрншо – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

2. Гудилин, Е.А. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества [Текст]/ под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 171 с.

3. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст]/ А.И. Гусев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.

4. Деффейс, К., Деффейс С. Удивительные наноструктуры [Текст]/ под ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.

5. Журнал «Квант» за 1970 – 2007 гг. [Текст]. – М.: Наука.

6. Миронов, В.Л. Мир физики и техники. Основы сканирующей зондовой микроскопии [Текст]/ В.Л. Миронов. – М.: Техно, 2009.
7. Новые материалы [Текст]/ под редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002 – 736 с.
8. Пул, Ч. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии – [Текст]/ Ч.Пул-мл., Ф Оуэнс. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
9. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов [Текст]/ под редакцией С.В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 528 с.
10. Сонин, А.С. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов [Текст]/ А.С. Сонин. – М.: Наука, 1988.
11. Суздалев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]/ И.П. Суздалев. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
12. Фехльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологий. Учебное пособие. Пер. с англ.: Научное издание [Текст]/ Б. Фехльман – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 464 с.: цв.вкл.

## Календарный учебный график

№ п/п	Дата (план)	Дата (факт)	Время проведения занятий	Тема занятия	Форма занятий	Кол-во часов	Место проведения	Форма контроля
1.				Вводное занятие	Теория	1	Наноквантум каб 37	
2.				Вводное занятие	Практика	1	Наноквантум каб 37	Опрос
3.				Терминология и основные понятия, связанные с нанотехнологиями	Теория	2	Наноквантум каб 37	Тестирование
4.				Терминология и основные понятия, связанные с нанотехнологиями	Практика	4	Наноквантум каб 37	Публичное представление буклета
5.				Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии	Теория	2	Наноквантум каб 37	Тестирование
6.				Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии	Практика	6	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
7.				Классификация наноразмерных объектов и систем на их основе. Физикохимия наноразмерных систем. Классификация методов получения	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
8.				Классификация наноразмерных объектов и систем на их основе. Физикохимия наноразмерных систем. Классификация методов получения	Практика	6	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
9.				Методы и оборудование получения нанобъектов	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
10.				Методы и оборудование получения нанобъектов	Практика	4	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
11.				Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокровтий	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
12.				Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и	Практика	4	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы

			ультратвердых нанопокровтий				
13.			Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
14.			Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ	Практика	4	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
15.			Гидротермальный синтез. Осаждение из растворов. Золь-гель технология	Теория	2	Наноквантум каб 37	Тестирование
16.			Гидротермальный синтез. Осаждение из растворов. Золь-гель технология	Практика	4	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
17.			Кейс «Мир симметрии кристаллов».	Теория	2	Наноквантум каб 37	
18.			Кейс «Мир симметрии кристаллов».	Практика	10	Наноквантум каб 37	Защита кейса
19.			Особенности диагностики наноразмерных систем в зависимости от метода и технологии получения	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
20.			Сканирующая туннельная микроскопия, упругая и неупругая локальная туннельная спектроскопия	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
21.			Сканирующая туннельная микроскопия, упругая и неупругая локальная туннельная спектроскопия	Практика	2	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
22.			Сканирующая силовая микроскопия. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
23.			Сканирующая силовая микроскопия. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы	Практика	4	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
24.			Измерение локальных механических, электрических, магнитных характеристик объектов различной природы	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
25.			Сканирующая зондовая литография	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
26.			Сканирующая зондовая литография	Практика	2	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
27.			Изготовление и диагностика СЗМ зондов. Простейшие основы теории построения СЗМ изображений.	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос

				Метрология в СЗМ				
28.				Изготовление и диагностика СЗМ зондов. Простейшие основы теории построения СЗМ изображений. Метрология в СЗМ	Практика	2	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
29.				Оптические методы исследования и манипуляции нанообъектами	Теория	2	Наноквантум каб 37	Защита проектов
30.				Обработка и анализ СЗМ данных	Практика	2	Наноквантум каб 37	Отчет о результатах практической работы
31.				Нанотехнологии вокруг нас	Практика	2	Наноквантум каб 37	Защита презентации по теме
32.				Нанотехнологии в здравоохранении	Теория	2	Наноквантум каб 37	Опрос
33.				Нанотехнологии в здравоохранении	Практика	4	Наноквантум каб 37	Защита презентации по теме
34.				Кейс «Получение магнитных наночастиц методом осаждения»	Теория	2	Наноквантум каб 37	
35.				Кейс «Получение магнитных наночастиц методом осаждения»	Практика	10	Наноквантум каб 37	Защита кейса
36.				Нанотехнологии и косметология	Практика	6	Наноквантум каб 37	Защита презентации по теме
37.				Кейс ««Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц»	Теория	2	Наноквантум каб 37	
38.				Кейс ««Добавка к шампуням на основе комплексов наночастиц»	Практика	10	Наноквантум каб 37	Защита кейса
39.				Нанобиотехнология	Теория	2	Наноквантум каб 37	
40.				Нанобиотехнология	Практика	4	Наноквантум каб 37	Защита презентации по теме
41.				Кейс « Эффект лотоса в быту и природе»	Теория	2	Наноквантум каб 37	
42.				Кейс « Эффект лотоса в быту и природе»	Практика	10	Наноквантум каб 37	Защита кейса
43.				Итоговое занятие		2	Наноквантум каб 37	Защита проектов

