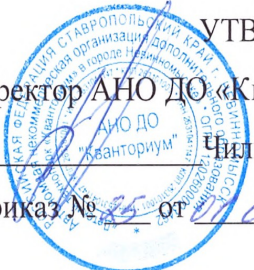


АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДЕТСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ»  
В ГОРОДЕ НЕВИННОМЫССКЕ»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор АНО ДО «Кванториум»  
Чипхачоян Т.В.  
Приказ № 25 от 09.09.2021 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

**«НАНОКВАНТУМ (БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ)»**

**(Основы нанотехнологии)**

Разработчики:  
Кравченко Л. И.,  
педагог дополнительного образования  
Лищенко С. А.,  
педагог дополнительного образования

Возраст обучающихся: 12-18 лет

Срок реализации: 1 год

Невинномысск, 2021

## Содержание

1. Информационная карта программы.....	3
2. Пояснительная записка.....	5
3. Цели и задачи программы.....	9
4. Содержание программы.....	11
5. Содержание учебно-тематического плана.....	17
6. Ожидаемые результаты и способы их проверки.....	21
7. Способы и формы проверки результатов освоения программы.....	23
8. Методическое обеспечение.....	24
9. Материально-техническое обеспечение.....	25
Список литературы.....	27

## 1. Информационная карта программы

Наименование учреждения	Автономная некоммерческая организация дополнительного образования «Детский технопарк «Кванториум» в городе Невинномысске»
Адрес учреждения	Ставропольский край, г. Невинномысск, ул. Белово 4Б
ФИО ПДО	Кравченко Лариса Ивановна Лищенко Светлана Александровна
Название программы	«Наноквантум. Базовый модуль» (Основы нанотехнологии)
Тип программы	Дополнительная общеразвивающая
Направленность	Научно-техническая
Срок реализации	1 год
Общий объем программы в часах	144
Целевая аудитория	Обучающиеся 12-18 лет
Аннотация программы	<p>Программа выполняет как образовательную, так и профориентационную роль и позволяет обучающемуся приобрести базовые компетенции в области нанотехнологии и смежных наук и направлений. Программа направления Наноквантум охватывает области, связанные с химией, химической технологией, материаловедением, медициной, биотехнологиями, электроникой и т.д.</p> <p>Программа позволяет повысить интерес обучающихся к изучению предметов химического и естественнонаучного профиля через освоение ряда дисциплин, не рассматриваемых в базовом школьном курсе (физическая химия, материаловедение, кристаллография, технология пленочных покрытий), а также через ведение учебно-исследовательской деятельности в рамках этих дисциплин. Образовательная программа включает использование современного оборудования. Обучающиеся знакомятся со свойствами наноматериалов, особенностями их получения, применением наноматериалов в промышленности и в быту.</p>
Планируемые результаты (компетенции)	<p>В ходе учебного процесса обучающиеся будут развивать следующие компетенции:</p> <p>умение находить нужную информацию; выработают критичность мышления, необходимую для оценки найденной информации; коммуникативность, умение работать в команде; умение решать поставленные задачи и находить оптимальный путь для их решения;</p> <p>научатся работать на микроскопическом и весовом оборудовании; лабораторных установках.</p>

## 2. Пояснительная записка

Дополнительная общеразвивающая программа (далее – программа) имеет научно-техническую направленность и направлена на получение обучающимися теоретических знаний в области нанотехнологии и химии, а также практических навыков в области создания наноматериалов. Программа составлена на основании методических материалов ФГАУ «Фонд новых форм развития образования», предназначенных для использования наставниками сети детских технопарков «Кванториум», и в соответствии с основными нормативными документами.

Актуальность программы обусловлена интересом к наноразмерным системам, то есть системам, один из компонентов которых имеет размер, лежащий в диапазоне 1-100 нм. Вопросы создания и применения наноразмерных материалов становятся все более актуальными по мере развития тенденции минимизации технических и информационно-технических систем и обретения ими принципиально новых функциональных характеристик. На данном этапе технического развития чрезвычайно важными и перспективными являются технологии синтеза и производства наноматериалов. Накопившийся опыт по синтезу наночастиц и созданию материалов на их основе, а также прогресс методов и инструментов их диагностики позволяет провести обобщение и наметить пути поиска новых решений в этой инновационной области знаний.

В рамках обучения у обучающихся формируются знания о методах и технологиях получения нанопорошков, нанослоев, в основе которых лежат различные физические и физико-химические процессы. В настоящее время в мире происходит технологическая революция, связанная с развитием и выходом на рынок нанотехнологий, «умных» материалов, новых приборов и лекарственных веществ, инновации в который могут дать новые знания, достижения во многих отраслях науки и промышленности. Для этого

обучающимся предлагается освоить основы нанотехнологии через лекционные, практические и лабораторные занятия, а также через проектную деятельность. В процессе проведения занятий обучающиеся должны получить навыки поиска информации по интересующей тематике, решения поставленных задач, а также выполнить проектную работу по выбранной тематике. В процессе получения знаний обучающиеся научатся правильно ставить цели, планировать наиболее рациональные пути их достижения, выработают навыки самоорганизации и работы в коллективе, необходимые для решения поставленных задач, научатся достигать практически значимых общественно полезных результатов, применять инженерные подходы в решении поставленных задач.

Данная программа является базовой и отвечает требованиям вводного уровня для обучаемых в возрасте 12-18 лет.

Направленность общеразвивающей программы - естественнонаучная.

Данная общеразвивающая программа удовлетворяет творческие, познавательные потребности заказчиков: обучающихся и их родителей (законных представителей). Досуговые потребности, обусловленные стремлением к содержательной организации свободного времени, реализуются в практической деятельности обучающихся.

Новизной данной программы является абсолютно новый подход к обучению обучающихся, основанный на кейсовой технологии и взаимопосещаемости между квантумами.

Основные принципы, лежащие в основе реализации программы, следующие:

1) Принцип активности обучающегося, личностно-ориентированный подход.

Ответственность за итоги работы по программе возлагается не только на педагогов, но и на обучающихся. В рамках реализации образовательного процесса создается свобода выбора индивидуальной образовательной

траектории, которая реализуется за счет индивидуальных занятий по выбранному направлению проектной деятельности, выполнения индивидуальных или групповых заданий.

#### 2) Принцип системности.

Обучение происходит в рамках вытягивающей образовательной модели, когда на каждом этапе обучающемуся сообщается минимально необходимый для перехода на следующий уровень объем знаний, умений и навыков.

#### 3) Компетентностный подход и ориентирование на практическую деятельность.

Программа состоит из последовательности кейсов – проблемных ситуаций, в ходе решения которых обучающийся приобретает компетенции двух типов. Гибкие навыки (soft skills) – универсальные компетенции, которые будут полезны в любой области деятельности (поиск и анализ информации, коммуникативность, умение работать в команде и т. д.). Профессиональные навыки – конкретные знания и навыки, а также методологическая база из данной области деятельности.

#### 4) Принцип вариативности.

Содержание программы, в частности последовательность тем занятий и кейсов может варьироваться в зависимости от текущей педагогической ситуации. Для более качественного преподнесения материала к ведению некоторых занятий могут привлекаться узкие специалисты из реального сектора экономики, ученые, госслужащие или преподаватели вузов.

#### 5) Принцип тьюторского сопровождения обучения.

Взаимоотношения обучающихся и педагогов строятся по принципу тьюторства, а не менторства. Под тьюторством понимается такое сопровождение образовательного процесса, при котором реализуется индивидуальная образовательная траектория для каждого обучающегося с

учетом его психологических особенностей, и отдельное внимание уделяется воспитательной функции.

6) Принцип коммуникативной направленности и группового решения поставленных задач.

В ходе освоения программы упор сделан на работу в малых группах, что, с одной стороны, обеспечит вовлеченность каждого в процесс, а с другой стороны, будет способствовать развитию навыков командной работы. Любые нестандартные учебные ситуации разрешаются путем диалога.

7) Принцип комплексной реализации задач обучения.

Программа не разделена по типу задач на образовательные, развивающие и воспитательные блоки. Каждое занятие способствует решению каждого типа задач.

### 3. Цели и задачи программы

Цель программы: привлечь обучающихся к исследовательской, изобретательской, научной и инженерной деятельности, создание условий для овладения школьниками современными представлениями о наноматериалах и наносистемах, а также возможностями их использования при создании наукоемкой продукции.

Обоснованность в изучении программы вызвана следующими причинами: 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.

Задачи программы:

*Образовательные (предметные):*

- знакомство школьников со знаниями в области нанотехнологий;
- освоение школьниками терминологии и основных понятий, связанных с наноматериалами и нанотехнологиями;
- осмысление школьниками основных отличительных особенностей материалов, находящихся в наносостоянии;
- знакомство с практической математикой; изучение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; изучение и расчет теории вероятности; освоение теории графов;
- формирование представлений о проведении математических расчетов с помощью программ.

*Воспитательные:*

- формирование основ научного мировоззрения;



– формирование общественной активности личности, гражданской позиции;

– формирование культуры общения и поведения в социуме.

*Развивающие:*

– формирование уверенной ориентации в различных отраслях современного естествознания;

– формирование 4К компетенции (критическое мышление, креативное мышление, коммуникация, кооперация);

– формирование системных знаний о методах и технологиях получения наноразмерных систем и их практической реализации на предприятиях для повышения устойчивости и конкурентоспособности инновационного бизнеса;

– приобретение способности быстрого освоения новых инструментальных и технических средств;

– развитие познавательных интересов и познавательной активности, потребность в саморазвитии, самостоятельности, ответственности.

## 4 Содержание программы

Модуль 1. Введение в нанотехнологии.

Теория: Общие правила безопасности в лаборатории Наноквантума и образовательной организации. Основы техники безопасности при работе с электрическими приборами. Общие положения техники безопасности при работе с химическими реактивами. Техника безопасности при работе с лабораторными установками и нагревательными приборами.

Экскурсия по технопарку.

Кейс № 1. «Знакомство с лабораторной посудой. Правила мытья лабораторной посуды. Вещество».

В данном кейсе обучающиеся знакомятся с лабораторной посудой, с правилами работы с ней и в химической лаборатории. С правилами работы с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии.

Теория: Нано, микро и макро-уровни в организации материи. Краткая характеристика структурных уровней материи.

Кейс № 2. Определение различия свойств макро и нанообъектов на примере железа.

В данном кейсе обучающиеся знакомятся с физическими и химическими свойствами железа, его сплавов, их различия. Во время работы определяют свойства макро и наноматериалов.

Теория: Основы законов физики и химии в микромире. Основы физики микромира. Физическое взаимодействие. Понятие о веществе и его свойствах. Становление и развитие химии.

Кейс № 3. Физические и химические явления.

В данном кейсе закрепляются теоретические знания и на конкретных примерах изучаются физические и химические явления. Проводятся простейшие химические опыты. Обучающиеся выполняют самостоятельную работу и презентуют её.

Теория: Атомное строение вещества. Взаимодействие частиц вещества. Модели строения газа, жидкости и твердого тела. Свойства газов, жидкостей и твердых тел.

Теория: Введение в нанотехнологии. История значимых событий в развитии нанотехнологий. Положение нанообъектов на шкале размеров. Развитие различных направлений нанонауки. Понятие нанообъекта, наноматериала, нанотехнологии. Классификация наноматериалов. Области применения наноматериалов.

Кейс № 4. Природные нанообъекты и наноэффекты.

В данном кейсе обучающиеся знакомятся с природными нанообъектами и наноэффектами. Получают знания о нанотехнологиях в природе и их применение в жизни человека. Учатся осуществлять поиск достоверной информации в сети Интернет.

Теория: Свойства наночастиц и наноструктур: механические, термические, магнитные, оптические, каталитические.

Кейс № 5. Изучение бактерицидных свойств на примере наночастиц серебра.

В данном кейсе обучающиеся знакомятся с понятием наночастица, изучают способы получения наночастиц серебра и их применение, в том числе и методы «зеленой» химии. Обучающиеся выделяют наночастицы серебра из коллоидных растворов, изготавливают питательную среду для изучения бактерицидных свойств наночастиц серебра, проводят исследование возможности создания на их основе антибактериальных покрытий.

Модуль 2. Экологическая безопасность.

Теория: Химические вещества в окружающей среде и здоровье человека, их безопасность. Кислоты и щелочи в быту. Наиболее опасные вещества.

Кейс № 6. Исследование pH- растворов распространенных препаратов бытовой химии и косметических средств.

В данном кейсе обучающиеся получают общие сведения о водородном показателе pH, изучают методики определения содержания pH в различных препаратах бытовой химии и косметических средствах. Отрабатывают навыки проведения химического анализа.

Теория: Загрязнение атмосферы и здоровья человека. Нормы чистоты воздуха в помещениях (лаборатория, домашние комнаты).

Кейс № 7. Изготовление штормгласса.

В данном кейсе учимся изготавливать кристаллический барометр своими руками и использовать его для определения погоды.

Теория: Загрязнение водных ресурсов и здоровье человека. Экологическая проблема чистой воды. Причины загрязнения водных ресурсов и методы решения проблемы. Качество питьевой воды.

Кейс № 8. Оценка состояния водных ресурсов города и района. Очищение воды в домашних условиях. Анализ очищенной воды.

В данном кейсе отрабатываются навыки проведения исследований, изучаются способы очищения воды, в том числе и в домашних условиях. Предлагаются пути решения проблемы по улучшению качества питьевой воды.

Теория: Анализ почвы. Распознавание минеральных удобрений. Физические и химические свойства основных минеральных удобрений (азотных, фосфорных и калийных). Качественные реакции на распознавание минеральных удобрений.

Теория: Загрязнение пищевых продуктов. Норма содержания химических элементов в продуктах и контроль над соблюдением нормативов. Химия и продукты питания. Продукты быстрого приготовления. Особенности их производства. Пищевые добавки.

Кейс № 9. Анализ содержания витаминов в различных продуктах. Анализ состава чипсов и прохладительных напитков.

В данном кейсе обучающиеся исследуют продукты питания на содержание в них витаминов и различных веществ. Изучают состав чипсов и прохладительных напитков и влияние их компонентов на здоровье человека.

Кейс № 10. Определение белков, жиров и углеводов в пищевых продуктах.

В данном кейсе обучающиеся изучают качественные реакции на белки, жиры и углеводы. Отрабатывают навыки проведения химического анализа на предмет содержания органических веществ в пищевых продуктах.

Модуль 3. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов.

Теория: Принципы, методы и методики измерений. Основные понятия и определения измерений. Понятие о точности измерений. Виды измерений. Методика проведения различных измерений. Основы обеспечения единства измерений.

Теория: Разделение смесей веществ. Различные способы разделения смесей: отстаивание, фильтрование, центрифугирование, выпаривание, дистилляция. Приборы для проведения перечисленных способов и принцип их работы.

Теория: Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Общая характеристика нанотехнологий и наноматериалов. Классификация. Области науки, связанные с нанотехнологиями.

Теория: Аллотропные формы углерода, структуры и свойства. Классификация. Алмаз. Графит. Графены, Фуллерены.

Теория: Методы синтеза наноматериалов. Основные классификации методов получения наноматериалов. Физические методы получения наночастиц. Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление. Кристаллизация. Химические методы получения наночастиц. Основные методы получения нанопленок.

Кейс № 11. Получение наночастиц из куркумы.

Данный кейс предусматривает получение наночастиц куркумина методом «снизу-вверх». Определяется наноразмерность частиц оптическим методом.

Модуль 4. Основы сканирующей зондовой микроскопии.

Теория: Устройство и принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Знакомство со сканирующим зондовым микроскопом. Изучение основ сканирующей зондовой микроскопии (основные компоненты СЗМ и их назначение).

Теория: Получение навыков работы на сканирующем зондовом микроскопе (СЗМ). Знакомство с конструкцией СЗМ NanoEducator (общая конструкция, универсальный датчик туннельного тока и силового взаимодействия, СЗМ сканер, механизм подвода зонда к образцу). Знакомство с программой управления прибором NanoEducator (режим получения и режим обработки данных, работа со сканирующим силовым микроскопом (ССМ) и сканирующим туннельным микроскопом (СТМ)).

Кейс № 12. «Изготовление зондов для сканирующей зондовой микроскопии».

В кейсе изучаются основы сканирующей зондовой микроскопии, конструкция и принцип работы прибора NanoTutor. В ходе работы — изготовление зондов, получение первого изображения в режиме «Тренажер», получение навыков обработки полученного изображения и представления экспериментальных результатов.

Теория: Знакомство с оптическим микроскопом и его возможностями. Понятие оптические приборы. История создания микроскопа. Типы микроскопов. Изучение устройства микроскопа БиоОптик В-200. Техника приготовления микропрепаратов.

## 5 Содержание учебно-тематического плана

Данная образовательная программа изучается в течение одного учебного года.

Название программы: «Наноквантум (вводный модуль)» (Основы нанотехнологий).

Возраст - 12-18 лет.

Уровень: Базовый. Срок реализации: 36 недели - 144 часа, 4 часа в неделю.

Наименование модулей	Общее количество часов	В том числе		
		теоретических	практических	проектных
Модуль 1. Введение в нанотехнологии	30	12	18	0
Модуль 2. Экологическая безопасность	30	12	18	
Модуль 3. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов	22	16	6	0
Модуль 4. Основы сканирующей зондовой микроскопии	14	8	6	0
Подготовка доклада или проекта в малой группе или индивидуально	44	12	18	14
Представление и защита итогового доклада или проекта	4	2	2	
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>62</b>	<b>68</b>	<b>14</b>

## Календарный учебный график

Месяц	Название разделов и тем	Форма занятия	Количество часов		
			всего	теория	практика
<b>Модуль 1. Введение в нанотехнологии</b>					
01.09-03.09	Общие правила безопасности в лаборатории Наноквантума и образовательной организации.	Беседа, экскурсия, инструктаж	2	2	0
06.09-10.09	Кейс № 1. Знакомство с лабораторной посудой. Правила мытья лабораторной посуды. Вещество.	Обучающий семинар	2	0	2
06.09-10.09	Нано, микро и макро-уровни в организации материи.	Проблемная лекция	2	2	0
13.09-17.09	Основы законов физики и химии в микромире.	Лекция	2	2	
13.09-17.09 20.09-24.09	Кейс № 2. Определение различия свойств макро и нанобъектов на примере железа.	Практическая работа	4	0	4
20.09-24.09	Атомное строение вещества. Свойства газов, жидкостей и твердых тел.	Лекция	2	2	0
27.09-01.10	Кейс № 3. Физические и химические явления.	Анализ первоисточников	4	0	4
04.10-08.10	Введение в нанотехнологии. История значимых событий в развитии нанотехнологий.	Интерактивная лекция	2	2	0
04.10-08.10 11.10-15.10	Кейс № 4. Природные нанобъекты и наноэффекты.	«Живая книга»	4	0	4
18.10-22.10	Свойства наночастиц и наноструктур: механические, термические, магнитные, оптические, каталитические.	Лекция	2	2	0
25.10-29.10	Кейс № 5. Изучение бактерицидных свойств на примере наночастиц серебра.	Исследование	4	0	4
	<b>ВСЕГО</b>		<b>30</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
<b>Модуль 2. Экологическая безопасность</b>					
01.11-05.11	Химические вещества в окружающей среде и здоровье человека, их безопасность.	Семинар	2	2	0
08.11-	Кейс № 6. Исследование	Исследование	4	0	4



12.11	РН- растворов распространенных препаратов бытовой химии и косметических средств.				
15.11-19.11	Загрязнение атмосферы и здоровья человека. Нормы чистоты воздуха в помещениях.	Проблемная лекция	2	2	0
15.11-19.11	Кейс № 7. Изготовление штормгласса.	Творческая мастерская	2	0	2
22.11-26.11	Загрязнение водных ресурсов и здоровье человека. Экологическая проблема чистой воды.	Проблемная лекция	2	2	0
22.11-26.11 29.11-03.12	Кейс № 8. Оценка состояния водных ресурсов города и района. Очищение воды в домашних условиях. Анализ очищенной воды.	Исследование	4	0	4
06.12-10.12	Анализ почвы. Распознавание минеральных удобрений.	Семинар	2	2	0
06.12-10.12 13.12-17.12	Загрязнение пищевых продуктов. Норма содержания химических элементов в продуктах и контроль над соблюдением нормативов.	Проблемная лекция	2	2	0
13.12-17.12	Химия и продукты питания. Продукты быстрого приготовления. Пищевые добавки.	Проблемная лекция	2	2	0
20.12-24.12	Кейс № 9. Анализ содержания витаминов в различных продуктах. Анализ состава чипсов и прохладительных напитков.	Исследование	2	0	2
20.12-24.12 27.12-31.12	Кейс № 10. Определение белков, жиров и углеводов в пищевых продуктах.	Практическая работа	6	0	6
	ВСЕГО		30	12	18
<b>Модуль 3. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов</b>					
27.12-31.12	Принципы, методы и методики измерений.	Лекция	2	2	0
10.01-14.01	Разделение смесей веществ.	Обучающий семинар	4	4	0
17.01.-21.01	Аллотропные формы углерода, структуры и свойства.	Лекция	2	2	0

17.01-21.01	Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас.	Интерактивная лекция	4	4	0
24.01-28.01	Методы синтеза наноматериалов (физические и химические).	Лекция	4	4	0
31.01-04.02	Кейс № 11. Получение наночастиц куркумина.	Практическая работа	6	0	6
	ВСЕГО		22	16	6
Модуль 4. Основы сканирующей зондовой микроскопии					
07.02-11.02 14.02-18.02	Устройство и принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Знакомство со сканирующим зондовым микроскопом.	Лекция	4	4	0
14.02-18.02	Получение навыков работы на сканирующем зондовом микроскопе.	Обучающий семинар	2	2	0
14.02-18.02 21.02-25.02	Кейс № 12. Изготовление зондов для сканирующей зондовой микроскопии.	Практическая работа	6	0	6
21.02-25.02	Знакомство с оптическим микроскопом и его возможностями.	Лекция	2	2	0
	ВСЕГО		14	8	6
28.02-04.03 07.03-11.03 14.03-18.03 21.03-25.03 04.04-08.04 11.04-15.04 18.04-22.04 25.04-29.04 02.05-06.05 09.05-13.05 16.05-20.05 23.05-27.05 30.05-03.06	Подготовка доклада или проекта в малой группе или индивидуально	Практическая работа	44	12	32

06.06-10.06	Представление и защита итогового доклада (проекта)	Публичное выступление с демонстрацией презентации и результатов.	4	2	2
	ИТОГО		144	62	82

- При подготовке доклада или проекта в малой группе или индивидуально в практической части обучающиеся выполняют экспериментальную часть проекта, которая включает в себя проведение эксперимента, химических опытов, тестирования полученных материалов и др.

## 6. Ожидаемые результаты и способы их проверки

Общеразвивающая программа дает возможность каждому обучающемуся овладеть заявленными компетенциями в той мере, в которой это для него приемлемо. В процессе освоения программы у обучающихся формируются и развиваются следующие компетенции:

### Личностные:

- коммуникативные компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной и соревновательной деятельности;
- мотивация к обучению, готовность и способность к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;
- умение самостоятельно планировать и выполнять учебный проект, используя оборудование, модели, методы и приемы, адекватные исследуемой проблеме.

### Метапредметные (Soft Skills):

- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;
- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
- самоопределение с областью дальнейшей проектно-исследовательской деятельности.

### Предметные (Hard Skills):

- освоение техник микроскопии;

- понимание роли естественных наук и научных исследований в современном мире;
- знания о различных направлениях развития современной химии и нанотехнологий, а также смежных отраслей знания;
- получение практических навыков работы в современной химической лаборатории.

## 7. Способы и формы проверки результатов освоения программы

### Виды контроля:

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющего знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

### Формы проверки результатов:

- наблюдение за обучающимися в процессе работы;
- соревнования;
- конкурсы;
- индивидуальные технические проекты;
- коллективные технические проекты.

### Формы подведения итогов:

- выполнение практических заданий;
- творческое задание.

## 8. Методическое обеспечение

Программа интегрирует в себе достижения современных направлений в области химии, физики, биологии и нанотехнологий.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий. Занятия состоят из теоретической и практической частей, а также проектной деятельности. При проведении занятий используют различные формы: лекции, практические работы, беседы, конференции, конкурсы, проектная и исследовательская деятельность.

При проведении занятий используются приемы и методы теории решения изобретательских задач, развития критического мышления и др.

Для обучающихся по данной программе используется: демонстрационный материал (презентации), электронные образовательные ресурсы, а также раздаточный материал и наглядные пособия.

При реализации программы используется сочетание аудиторных и внеаудиторных форм образовательной работы. Наряду с традиционными, используются активные и интерактивные методы и приемы, способствующие развитию мотивационной основы познавательной деятельности в процессе реализации программы.

Организация самостоятельной работы обучающихся осуществляется как под руководством педагога наставника, так и с использованием модели внутригруппового шефства и наставничества. Педагог организует получение обратной связи о текущих результатах образовательной деятельности всех обучающихся, на основе их анализа своевременно корректирует образовательные подходы в направлении углубления дифференциации и индивидуализации.

## 9. Материально-техническое обеспечение

Наименование модулей	Наименование обязательного оборудования
Модуль «Введение в нанотехнологии»	Прямой оптический микроскоп Би Оптик – 1 шт. Фотоаппарат Canon EOS 1200D – 1 шт.
Модуль «Экологическая безопасность»	Аналитические весы HR-100AZG – 1 шт.; Прецизионные весы DL-120/A&D DX-120 /CAS CUW-420S /Pioneer PA114 – 1 шт.; Центрифуга IKA mini G/ Eppendorf MiniSpin plus – 1 шт.; Штангенциркуль ADA Mechanic 150 PRO – 1 шт.; Электронный термометр HI98501 – 2 шт.; Ph-метр карманный HI98103 – 2 шт.; Кондуктометр карманный Hanna PWT (HI 98308) – 1 шт.; Автоматические микропипетки переменного объема, мкл: 0,5–10 Biohit Sartorius mLINe – 1 шт.; Автоматические микропипетки переменного объема, мкл: 10–100 Biohit Sartorius mLINe – 1 шт.; Автоматические микропипетки переменного объема, мкл: 100–1000 Biohit Sartorius mLINe – 1 шт.; Автоматические микропипетки постоянного объема, мкл: 5 Sartorius – 2 шт.; Автоматические микропипетки постоянного объема, мкл: 10 Sartorius – 2 шт.; Автоматические микропипетки постоянного объема, мкл: 100 Sartorius – 2 шт.; Автоматические микропипетки постоянного объема, мкл: 1000 Sartorius – 2 шт.; Вискозиметр 0,34 ВПЖ 2-0,34 – 2 шт.; Вискозиметр 0,56 ВПЖ 2-0,56 – 2 шт.; Набор ареометров АОН-1 – 1 шт.; Психрометр гигрометр тип 2 ВИТ-2 – 1 шт.; Термогигрометр электронный Testo 610 – 1 шт.; Манометр АКТАКОМ АТТ-4007 – 1 шт.; Система активной виброзащиты DVIA-T – 1 шт.
Модуль «Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов»	Диспергатор универсальный IKA Ultra Turrax Tube Drive /Ultra-Turrax Tube Drive control – 1 шт.; Дистиллятор лабораторный АЭ-4/8 /Liston A1104 – 1 шт.; Магнитная мешалка с подогревом IKA HS4 /C-MAG HS 7 – 1 шт.; Нагревательная плитка IKA HP7 /IKA C-MAG HP 10 – 1 шт.; Водяная баня Тэрмекс ЛБ32 Ш – 1 шт.; Сушильный шкаф LF-25/350-GS1 // LF-25/350-VS1 //Binder ED 53 – 1 шт.; Сосуд Дьюара СДП-16 /СДС-35М – 1 шт.; Муфельная печь LF-5/11-G1 //SNOL 8,2/1100 //МИМП-10М – 1 шт.; Ультразвуковая мойка VGT-1620QTD/ПСБ-2828-05/ Elma S10/ Elmasonic P30H – 1 шт.; Установка для центрифужного формирования покрытий KW-4A. /SpinNXG. /Ossila (модель Spin Coater KW-4A) – 1 шт.



Модуль «Основы сканирующей зондовой микроскопии»	Сканирующий зондовый микроскоп с измерительной головкой, работающей с зондовыми датчиками на основе вольфрамовой иглы и на основе кремниевого кантилевера NanoTutor – 1 шт.; Автоматизированная установка изготовления нанозондов с электронным программатором технологических режимов. Etchenger – 1 шт.;
--	--

## Список литературы

По законодательству, педагогике и психологии:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726-р);
3. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден Приказом Минобрнауки России от 29 августа 2013 г. N 1008)
4. Письмо Минобрнауки России от 11 декабря 2006 г. № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей»
5. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 г. N 41 г. Москва "Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».
6. Устав АНО ДО «Детский технопарк «Кванториум»
7. Белухин Д. А. Основы личностно-ориентированной педагогики. – М.: МПСИ, 2006. – 310 с.
8. Бережнова Е. В. Основы учебно-исследовательской деятельности студентов: учебник / Е. В. Бережнова, В. В. Краевский. – М.: Академия, 2005. – 128 с.
9. Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М.: Педагогика, 2009.
10. Борытко Н. М. Диагностическая деятельность педагога / Под ред. В. А. Слостенина, И. А. Колесниковой. – М.: Академия, 2008. – 288 с.
11. Бурлачук Л. Ф., Морозов С. М. Словарь-справочник по психодиагностике. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.

12. Воронов В. В. Технология воспитания: Пос. для преподават. вузов, студ. и учителей / В. В. Воронов – М.: Школьная Пресса, 2000. – 96с.
13. Дополнительное образование как система современных технологий сохранения и укрепления здоровья детей. Учебное пособие. /Под общей ред. Н. В. Сократова. – Оренбург: Изд. ОГПУ, 2003. – 260 с.
14. Дружинин В. Н. Психология общих способностей. – СПб.: Питер, 2006. – 249 с.
15. Запятая О. В. Формирование и мониторинг общих умений коммуникации учащихся: методическое пособие. – Красноярск: Торос, 2007. – 136 с.
16. Золотарёва А. В. Дополнительное образование детей. Методика воспитательной работы. – Ярославль: Академия развития, 2004. – 304 с.
17. Иванчикова Т. В. Речевая компетентность в педагогической деятельности: учебное пособие. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2010. – 224 с.
18. Колесникова И. А. Коммуникативная деятельность педагога. Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений /И.А. Колесникова под ред. В. А. Сластёнина. – М.: Академия, 2007. – 336 с.
19. Лебединцев В. Б. Методика проектирования учебных занятий в разновозрастном коллективе // Школьные технологии. – 2008. – № 2. – С. 99 - 108.
20. Морева Н. А. Современная технология учебного занятия. – М.: Просвещение, 2007. – 158 с.
21. Мудрик А. В. Социальная педагогика: Учеб. для студентов пед. вузов / А. В. Мудрик / Под ред. В. А. Сластенина. – М.: Академия, 2007. – 200 с.
22. Немов Р. С. Психология: Учеб. для студентов высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. Кн. 1. Общие основы психологии. – М.: Просвещение: Владос, 1997. – 688 с.

23. Немов Р. С. Психология: Учеб. для студентов высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. Кн. 2. Психология образования. – М.: Просвещение: Владос, 1998. – 608 с.

24. Немов Р. С. Психология: Учеб. для студентов высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. Кн. 3. Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – М.: Просвещение: Владос, 1999. – 632 с.

25. Организация научно-исследовательской деятельности: Методическое пособие для учащихся. – Ярославль: Провинциальный колледж, 2003. – 16 с.

26. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 2008. – 256 с.

Литература, рекомендованная для учителя:

1. Гонсалвес К., Хальберштадт К., Лоренсин К., Наир Л. Наноструктуры в биомедицине., 2020. Соловьева К.Н. Основы подготовки к научной деятельности и оформлению ее результатов. – М: Академия, 2005.

2. Гудилин Е.А., «Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества», под редакцией Ю.Д.Третьякова, М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 171 с.

3. Гусев А.И., «Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии», М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.

4. Деффейс К., Деффейс С., «Удивительные наноструктуры», перевод под редакцией Л.Н.Патрикеева, М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 206 с.

5. Миронов В.Л. «Основы сканирующей зондовой микроскопии», М.: Техно, 2009. – 144 с.

6. Рубин А.Б. Нанобиотехнологии. Практикум., 2015.

7. Смирнов В.И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы, учебное пособие, 2017  
Фабер А. Как говорить, чтобы

подростки слушали, и как слушать, чтобы подростки говорили. – М.: Эксмо, 2013.

8. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий., 2015.

9. Философские основания экологического образования в эпоху нанотехнологий / Отв. ред. И.К. Лисеев. – М.: Канон+ РООИ «Реабилитация», 2014. – 328 с.

10. «Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов», под редакцией С.В. Калюжного, М.: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2010. – 528 с.

11. Фехльман Б., «Химия новых материалов и нанотехнологий», перевод под редакцией Ю.Д. Третьякова и Е.А. Гудилина, Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 464 с. Ч. Пул-мл., Ф Оуэнс, «Нанотехнологии», М.: Техносфера, 2006. – 327 с.

12. Халл М., Боумен Д. Нанотехнологии и экология, Риски, нормативно-правовое регулирование и управление., 2015.

13. <http://www.nanonewsnet.ru/> - сайт о нанотехнологиях.

14. <http://www.nanometer.ru/> - сайт нанотехнологического сообщества Нанометр.

15. <http://www.dopedu.ru/> - информационный портал системы дополнительного образования детей.

16. [http://www.researcher.ru/methodics/teor/f\\_1abucy/a\\_1abujp.html](http://www.researcher.ru/methodics/teor/f_1abucy/a_1abujp.html) - информационный Интернет-портал нового поколения для обеспечения исследовательской деятельности.

Литература, рекомендованная для учащегося:

1. Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения, возможности и проблемы., 2014.

2. Богданов К.Ю. Что могут нанотехнологии? - М.:Просвещение, 2009. - 96 с.

3. Дячков П.Н. Углеродный нанотрубки: строение, свойства, применение.-М:БИНОМ Лаборатория знаний, 2006. - 293 с.
4. Ильин А.П., Назаренко О.Б., Коршунов А.В., Роот Л.О. Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов., 2012.
5. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы нанотехнологии., 2014.
6. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 134 с..
7. Разумовская И.В Нанотехнология. 11 класс: учебное пособие.- М.:Дрофа, 2009. - 222 с.
8. Ратнер М, Ратнер Д. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. - 240 с.
9. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех: большое в малом. -М.: 2005. - 434 с.
10. Таланов В.М., Ерейская Г.П. Основы нанохимии и нанотехнологий., 2014.
11. Третьякова Ю. «Нанотехнологии. Азбука для всех.» Сборник статей под редакцией Ю.Третьякова. - М:Физматлит, 2009. - 368 с.
12. Уильямс Л, АдамсУ. Нанотехнологии без тайн. Путеводитель.- М.:Эксмо, 2009. - 224 с.
13. Хррис П. Углеродные нанотрубки и родственные структуры.- М.:Техносфера, 2003.