

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

Принята на заседании  
педагогического совета  
от 29 августа 2023 г. Протокол  
№ 1

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор АНО ДО «Кванториум»  
Победа О.В.  
Приказ № 104-од от 29 августа 2023 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

**«НАНОКВАНТУМ (УГЛУБЛЕННЫЙ МОДУЛЬ)»**

**Уровень программы:** углубленный

**Срок реализации:** 1 год – 144 часа

**Возрастная категория:** от 14 до 18 лет

**Состав группы:** до 12 человек

**Форма обучения:** очная

**Вид программы:** авторская

**Программа реализуется на бюджетной основе**

Разработчик:

Лиценко С.А.,

педагог дополнительного образования

Невинномысск, 2023

## Содержание

1. Информационная карта программы	3
2. Пояснительная записка	4
3. Цели и задачи программы	8
4. Содержание программы	10
5. Содержание учебно-тематического плана	12
6. Ожидаемые результаты и способы их проверки	17
7. Способы и формы проверки результатов освоения программы	18
8. Методическое обеспечение	19
9. Материально-техническое обеспечение	21
Список литературы	23

## 1 Информационная карта программы

Наименование учреждения	Автономная некоммерческая организация дополнительного образования «Детский технопарк «Кванториум» в г. Невинномысске»
Адрес учреждения	Ставропольский край, г. Невинномысск, ул. Белово 4Б
ФИО ПДО	Лищенко Светлана Александровна
Название программы	«Наноквантум. Углубленный модуль»
Тип программы	Дополнительная общеразвивающая
Направленность	Естественно-научная
Срок реализации	1 год
Общий объем программы в часах	144
Целевая аудитория обучающихся	14-18 лет
Аннотация программы	<p>Программа выполняет как образовательную, так и профориентационную роль и позволяет учащемуся 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 учащиеся 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; научатся работать на микроскопическом и весовом оборудовании; лабораторных установках.</p>

## 2 Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Наноквантум. Углубленный модуль» разработана в соответствии с:

- Федеральным Законом Российской Федерации от 29.12.2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации» (в ред. Федеральных законов от 03.07.2016 № 313-ФЗ, от 31.07.2020 № 304-ФЗ, от 14.07.2022 № 295-ФЗ);

- Распоряжением Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 г. № 1726-р «Концепция развития дополнительного образования детей»;

- Постановлением Правительства РФ от 18.09.2020 г. № 1490 «О лицензировании образовательной деятельности»;

- Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

- Приказом Министерства образования Ставропольского края от 16.02.2023 г. № 253-пр «Об утверждении типовых моделей»;

- Приказом Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Приказом Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 г. № 467 «Об утверждении Целевой модели развития систем дополнительного образования детей»;

- Приказом Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

- Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 г. № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;

- Письмом Минобрнауки России от 18.11.2015 г. № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ.

- Уставом АНО ДО «Детский технопарк Кванториум».

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 которых 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.

Направленность образовательной программы – естественнонаучная.

Нанотехнологии – активно развивающееся направление современной научной мысли. Разработки в данной области позволяют решать широкий круг вопросов, связанных с созданием новых материалов, обладающих необычными полезными свойствами, в том числе лекарственных препаратов и биоматериалов, микроэлектронных компонентов; с использованием солнечной энергии; с охраной окружающей среды и здоровья человека; с повышением эффективности сельскохозяйственного и промышленного производства; с освоением глубин океана и космического пространства.

Основные принципы, лежащие в основе реализации программы, следующие:

- 1) Принцип активности учащегося, 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 учащемуся 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 учащийся 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 учащегося 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 (углубленный уровень):**

##### *Личностные:*

- формирование общественной активности личности, гражданской позиции;
- развитие потребности в саморазвитии, самостоятельности, ответственности, активности;
- формирование культуры общения и поведения в социуме.
- развитие умений аргументировано обосновывать и отстаивать высказанное суждение, оценивать и принимать суждения других.

##### *Метапредметные:*

- уверенная ориентация в различных отраслях современного естествознания;
- приобретение способности быстрого освоения новых инструментальных и технических средств;
- формирование у школьников системных знаний о методах и технологиях получения наноразмерных систем и их практической

реализации на предприятиях для повышения устойчивости и конкурентоспособности инновационного бизнеса;

– формирование у школьников системных знаний о физических основах, инструментальных принципах и диагностических возможностях методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии (СЗМ СЛ), являющегося одним из базовых методов современной нанодиагностики.

*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;

– развитие познавательного интереса к проектной деятельности, решению изобретательских задач, научно-техническому творчеству;

– знакомство с практической математикой; изучение основ комбинаторики, теории множеств, математической логики; изучение и расчет теории вероятности; освоение теории графов и поиска кратчайшего пути;

– формирование умений проведения математических расчетов с помощью программ.

#### 4 Содержание программы

Наименование темы	Теоретическая часть	Практическая часть
Вводное занятие	Цели и задачи программы. Техника безопасности в лаборатории Наноквантума	Экскурсия по технопарку
Модуль 1 «Введение в нанотехнологии» 24 часа 16/8	Понятие нанообъекта, наноматериала, нанотехнологии. История развития. Физические причины специфики наночастиц и наноматериалов. Классификация наноматериалов. Области применения наноматериалов. Геометрическое строение наноструктур. Механические свойства. Термические свойства. Реакционная способность. Магнитные свойства. Оптические свойства. Каталитические свойства.	Кейс № 1. «Определение различия свойств макро и нанообъектов на примере железа». Кейс № 2. «Изучение бактерицидных свойств на примере наночастиц серебра».
Модуль 2 «Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов» 24 часа 14/10	Газофазный синтез. Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление. Детонационный синтез. Механосинтез. Кристаллизация. Электрохимические методы. Литографические методы.	Кейс № 3. «Получение магнитных жидкостей, состоящих из наночастиц магнетита Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ». Кейс № 4. «Методы получения наночастиц из коллоидных растворов. Получение наночастиц диоксида марганца, йодида серебра».
Модуль 3 «Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии» 24 часа 12/12	Устройство и принцип работы сканирующего зондового микроскопа. Литография. Получение навыков работы на сканирующем зондовом микроскопе.	Кейс № 5. «Изготовление зондов для сканирующей зондовой микроскопии». Кейс № 6. «Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей зондовой микроскопии». Кейс № 7. «Создание микро и наноструктур методом литографии».
Модуль 4 «Основные методы нанодиагностики и материалов» 24 часа	Оптическая спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия. Резонансные методы. Методы атомно-силовой микроскопии. Просвечивающая и	Кейс № 8. Определение зависимости скорости оседания микро и наночастиц от их размера».

18/6	сканирующая электронная микроскопия. Рентгеновские дифракционные методы. Седиментация. Адсорбционные методы.	
Итоговый доклад 44 часа 4/20/20	Проект. Жизненный цикл проекта. Позиции в проектной команде и вокруг нее. Идея проекта. Что такое проблема? Постановка проблемы. Тематизация от проблемы к результатам. Специфика определения темы в проектах разных типов. Образовательные результаты в проектах. Эксперимент в исследовательском проекте в предметной области нанотехнологии. Обработка и представление результатов. Подготовка к докладу: Защита: публичное выступление с демонстрацией.	Проектная работа. Формулировка темы своего проекта. Особенности инженерных проектов. Шаги в инженерных проектах по созданию нанокompозитных материалов. Исследовательские проекты: тема, проблема, гипотеза. Исследовательские проекты на стыке химии, биологии и физики. Математические методы обработки экспериментальных результатов.

## 5 Содержание учебно-тематического плана

Данная образовательная программа изучается в течение одного учебного года.

Название программы: «Наноквантум (углубленный модуль)».

Возраст- 14-18 лет.

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

Наименование модулей	Общее количество часов	В том числе		
		теоретических	практических	проектных
Вводное занятие. Цели и задачи программы. Техника безопасности в лаборатории Наноквантума	4	4	0	0
Модуль 1. Введение в нанотехнологии	24	16	8	0
Модуль 2. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов	24	14	10	0
Модуль 3. Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии	24	12	12	0
Модуль 4. Основные методы нанодиагностики материалов.	24	18	6	0
Итоговый доклад	44	4	20	20
Итого:	144	68	56	20

## Календарный учебный график

Месяц	Название разделов и тем	Форма занятия	Количество часов		
			всего	теория	практика
Сентябрь	Вводное занятие. Цели и задачи программы. Техника безопасности в химической лаборатории	беседа, просмотр видеоролика, инструктаж	4	4	0
Модуль 1. Введение в нанотехнологии					
Сентябрь- Октябрь	Понятие нанообъекта, наноматериала, нанотехнологии. История развития. Физические причины специфики наночастиц и наноматериалов. Классификация наноматериалов. Области применения наноматериалов.	лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	10	10	
	Кейс №1. «Определение различия свойств макро и нанообъектов на примере железа».	самостоятельная работа	4		4
	Геометрическое строение наноструктур. Механические свойства. Термические свойства. Реакционная способность. Магнитные свойства. Оптические свойства. Каталитические свойства.	лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	8	8	
	Кейс №2. «Изучение бактерицидных свойств на примере наночастиц серебра».	самостоятельная работа	4		4
	Всего часов:		24	16	8
Модуль 2. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов					
Октябрь- Ноябрь	Газофазный синтез. Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов.	лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	6	6	
	Кейс №3. «Получение магнитных жидкостей, состоящих из наночастиц магнетита Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ».	самостоятельная работа	6		6
	Термическое разложение и восстановление.	лекция,	4	4	

	Детонационный синтез. Механосинтез.	практическое занятие, самостоятельная работа			
	Кейс №4. «Методы получения наночастиц из коллоидных растворов. Получение наночастиц диоксида марганца, йодида серебра».	самостоятельная работа	4		4
	Кристаллизация. Электрохимические методы. Литографические методы.	лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	4	4	
	Всего часов:		24	14	10
Модуль 3. Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии					
Ноябрь- Декабрь	Устройство и принцип работы сканирующего зондового микроскопа.	лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	6	6	
	Кейс №5. «Изготовление зондов для сканирующей зондовой микроскопии».	самостоятельная работа	4		4
	Кейс №6. «Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей зондовой микроскопии».	самостоятельная работа	4		4
	Литография. Получение навыков работы на сканирующем зондовом микроскопе.	лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	6	6	
	Кейс №7. «Создание микро и наноструктур методом литографии».	самостоятельная работа	4		4
	Итого часов:		24	12	12
Модуль 4. Основные методы нанодиагностики материалов					
	Оптическая спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия. Резонансные методы. Методы атомно-силовой микроскопии. Просвечивающая и сканирующая электронная	Лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	12	12	

	микроскопия. Рентгеновские дифракционные методы.				
	Седиментация.	Лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	2	2	
	Кейс №8. Определение зависимости скорости оседания микро и наночастиц от их размера».	самостоятельная работа	6		6
	Адсорбционные методы. Теоретические основы седиментационного метода анализа. Способы определения скорости седиментации.	Лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	4	4	
	Итого часов:		24	18	6
Март-Май	Проект. Жизненный цикл проекта. Позиции в проектной команде и вокруг нее. Идея проекта. Что такое проблема?	Лекция, практическое занятие, самостоятельная работа	4	4	
	Проектная работа. Формулировка темы своего проекта. Особенности инженерных проектов. Шаги в инженерных проектах по созданию нанокompозитных материалов. Исследовательские проекты: тема, проблема, гипотеза. Исследовательские проекты на стыке химии, биологии и физики. Математические методы обработки экспериментальных результатов	Практическое занятие, самостоятельная работа	20		20
	Постановка проблемы. Тематизация от проблемы и результатов. Специфика определения темы в проектах разных типов. Образовательные результаты в проектах. Эксперимент в исследовательском проекте в предметной области нанотехнологии. Обработка и представление результатов	Практическое занятие, самостоятельная работа	20		20



	Подготовка к докладу: Защита: публичное выступление с демонстрацией.				
	Итого часов:		44	4	40
ИТОГО:			144	68	76

– 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

Образовательная 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;

### Метапредметные:

- 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.

### Предметные:

- 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 детьми в процессе работы;
- соревнования;
- конкурсы;
- индивидуальные технические проекты;
- коллективные технические проекты.

### Формы подведения итогов:

- выполнение практических заданий;
- творческое задание.

## 8 Методическое обеспечение

Образовательная программа интегрирует в себе достижения современных направлений в области химии и нанотехнологий. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической, а также практической частей, а также проектной деятельности. При проведении занятий используют различные формы: лекции, практические работы, беседы, конференции, конкурсы, проектная и исследовательская деятельность. Занимаясь по данной программе обучающиеся должны получить передовые знания в области нанотехнологий, а также смежных областях; практические навыки работы на разных видах современного оборудования; умение планировать и реализовывать конкретные исследовательские и прикладные задачи, понимать роль научных исследований в современном мире и значимость международного сотрудничества. 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 <https://stepik.org/course/49565/promo/> (Наноструктурные средства доставки лекарственных веществ), и др., 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, 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 1. Введение в нанотехнологии	Прямой оптический микроскоп Би Оптик – 1 шт. Фотоаппарат Canon EOS 1200D – 1 шт.
Модуль 2. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов	Аналитические весы HR-100AZG – 1 шт.; Прецизионные весы DL-120/A&D DX-120 /CAS CUW-420S /Pioneer PA114 – 1 шт.; Диспергатор универсальный ИКА Ultra Turrax Tube Drive /Ultra-Turrax Tube Drive control – 1 шт.; Дистиллятор лабораторный АЭ-4/8 /Liston A1104 – 1 шт.; Магнитная мешалка с подогревом ИКА HS4 /C-MAG HS 7 – 1 шт.; Нагревательная плитка ИКА HP7 /ИКА 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.; Центрифуга ИКА mini G/ Eppendorf MiniSpin plus – 1 шт.; Установка для центрифужного формирования покрытий KW-4A. /SpinNXG. /Ossila (модель Spin Coater KW-4A) – 1 шт.
Модуль 3. Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии	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.;
Модуль 4. Основные методы нанодиагностики материалов	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.;

	<p>Вискозиметр 0,34 ВПЖ 2-0,34 – 2 шт.;</p> <p>Вискозиметр 0,56 ВПЖ 2-0,56 – 2 шт.;</p> <p>Набор ареометров АОН-1 – 1 шт.;</p> <p>Психрометр гигрометр тип 2 ВИТ-2 – 1 шт.;</p> <p>Термогигрометр электронный Testo 610 – 1 шт.;</p> <p>Манометр АКТАКОМ АТТ-4007 – 1 шт.;</p> <p>Система активной виброзащиты DVIA-T – 1 шт.</p>
--	---

## Список литературы

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. №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» в г.Невинномысске»
7. Акентьева Л. Р., А. В., Кисина Т. С. Педагогический контроль в дополнительном образовании (метод. рекомендации педагогам доп. образования). – Ярославль: ОЦДЮ, 1997. – 48 с.
8. Белухин Д. А. Основы личностно-ориентированной педагогики. – М.: МПСИ, 2006. – 310 с.
9. Бережнова Е. В. Основы учебно-исследовательской деятельности студентов: учебник / Е. В. Бережнова, В. В. Краевский. – М.: Академия, 2005. – 128 с.
10. Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М.: Педагогика, 2009.



11. Борытко Н.М. Диагностическая деятельность педагога / Под ред. В.А. Сластенина, И.А. Колесниковой. – М.: Академия, 2008. – 288 с.
12. Бурлачук Л.Ф., Морозов С.М. Словарь-справочник по психодиагностике. – СПб.: Питер, 2006. – 528 с.
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. – 249с.
15. Жарова Л.В. Учить самостоятельности. – М.: Просвещение, 1993. – 205 с.
16. Запятая О.В. Формирование и мониторинг общих умений коммуникации учащихся: методическое пособие. – Красноярск: Торос, 2007. – 136 с.
17. Золотарёва А.В. Дополнительное образование детей. Методика воспитательной работы. – Ярославль: Академия развития, 2004. – 304 с.
18. Иванчикова Т.В. Речевая компетентность в педагогической деятельности: учебное пособие. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2010. – 224 с.
19. 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.
20. Кэнфилд Джек, Сикконэ Фрэнк. 101 совет о том, как повысить самооценку и чувство ответственности у школьников. – М.: УРСС, 1997. – 360 с.
21. Лебединцев В.Б. Методика проектирования учебных занятий в разновозрастном коллективе // Школьные технологии. – 2008. – № 2. – С. 99 - 108.
22. Мижериков В.А., Юзефавичус Т.А. Введение в педагогическую деятельность. – М.: Педагогическое общество России, 2005. – 352 с.

23. Морева Н.А. Современная технология учебного занятия. – М.: Просвещение, 2007. – 158 с.

24. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студентов высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. Кн. 1. Общие основы психологии. – М.: Просвещение: Владос, 1997. – 688с.

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

26. 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.

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

28. Педагогические технологии: Учебное пособие для студентов педагогических специальностей / Под общей ред. В.С. Кукушина. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д". Издательский центр «МарТ», 2004. — 336 с. (Серия «Педагогическое образование»)

29. Педагогические технологии: учебное пособие / сост. Т.П. Сальникова. - учебное пособие / Г.Ю. Ксензова. - Москва: Педагогическое общество России, 2005. М.: ТЦ Сфера, 2007. - 128 с.

30. Психология подростка. Практикум. Тесты, методики для психологов, педагогов, родителей. / Под ред. члена-корреспондента РАО А.А. Реана (серия «Мэтры психологии»). – СПб.: прайм-ЕВРО-ЗНАК, 2003. – 128 с.

31. Роль диагностики в педагогическом процессе учреждений дополнительного образования. К курсу повышения квалификации специалистов УДО «Актуальные проблемы аттестации». Раздел «Диагностика». – СПб.: Речь, 2001. – 50 с.

32. Рюкбейль Д.А. Экология и мировоззрение. / Авторская программа по экологическому образованию и воспитанию детей среднего школьного возраста. – М.: ИСАР, 1998. – 36 с.
33. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 2008. – 256 с.
34. Соловьева К.Н. Основы подготовки к научной деятельности и оформление ее результатов. – М.: Академия, 2005. – 100 с.
35. Туник Е.Е. Модифицированные креативные тесты Вильямса. – СПб.: Речь, 2003. – 96 с.
36. Шевандрин Н.И. Основы психологической диагностики: Учеб. для студ. высш. учеб. завед.: в 3 ч. – М.: Владос, 2003. – 880 с.
37. Фабер А. Как говорить, чтобы подростки слушали, и как слушать, чтобы подростки говорили. – М.: Эксмо, 2013.
38. Философские основания экологического образования в эпоху нанотехнологий / Отв. ред. И.К. Лисеев. – М.: Канон+ РООИ «Реабилитация», 2014. – 328 с.
39. Шаталова Л.И. Методологическая культура научного исследования: Практ. пособие для аспирантов. – М.: ЗАО «Оперативное тиражирование», 2008. – 64 с.
40. Эндрюськина Л.Н. Химический аспект экологических знаний. /Образовательная программа для учреждений дополнительного образования. – М.: ИСАР, 1998. – 28 с.
41. Гусев А.И., «Нanomатериалы, наноструктуры, нанотехнологии», М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
42. Суздальев И.П., «Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов», М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
43. «Новые материалы», под редакцией Ю.С. Карабасова, М.: МИСИС, 2002. – 736 с.

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

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

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

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

48. 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.

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

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

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

52. [http://www.researcher.ru/methodics/teor/f\\_1abucy/a\\_1abuip.html](http://www.researcher.ru/methodics/teor/f_1abucy/a_1abuip.html) - информационный Интернет-портал нового поколения для обеспечения исследовательской деятельности.

Литература, рекомендованная для учащегося:

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

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

55. Дячков П.Н. Углеродный нанотрубки: строение, свойства, применение.-М:БИНОМ Лаборатория знаний, 2006. - 293 с.

56. Ильин А.П., Назаренко О.Б., Коршунов А.В., Роот Л.О. Особенности физико-химических свойств нанопорошков и наноматериалов., 2012.
57. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы нанотехнологии., 2014.
58. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 134 с..
59. Разумовская И.В Нанотехнология. 11 класс: учебное пособие.- М.:Дрофа, 2009. - 222 с.
60. Ратнер М, Ратнер Д. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. - 240 с.
61. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех: большое в малом. -М.: 2005. - 434 с.
62. Таланов В.М., Ерейская Г.П. Основы нанохимии и нанотехнологий., 2014.
63. Третьякова Ю. «Нанотехнологии. Азбука для всех.» Сборник статей под редакцией Ю.Третьякова. - М:Физматлит, 2009. - 368 с.
64. Уильямс Л, АдамсУ. Нанотехнологии без тайн. Путеводитель.- М.:Эксмо, 2009. - 224 с.
- Хррис П. Углеродные нанотрубки и родственные структуры.- М.:Техносфера, 2003.