

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДЕТСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ» -
ДОМ ПИОНЕРОВ» Г. АЛЬМЕТЬЕВСК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Принята на заседании
педагогического совета
МБОУДО «Детский технопарк
«Кванториум» - Дом пионеров»
г. Альметьевска РТ
Протокол № 1 от «31» августа 2020г.

Утверждаю
Директор МБОУДО «Детский технопарк
«Кванториум» - Дом пионеров»
г. Альметьевска РТ
Р.З. Закиров
Приказ № 56 от «31» августа 2020г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«НАНОКВАНТУМ 12-18»**

Направленность: естественнонаучная
Возраст учащихся: 12-18 лет
Срок реализации: 2 года

Автор-составитель:
Халикова Диляра Азатовна,
педагог дополнительного образования

Альметьевск, 2020

Оглавление

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы.	4
1.1 Пояснительная записка.	4
1.2 Матрица дополнительной общеобразовательной программы.....	10
1.3 Учебный (тематический) план дополнительной общеобразовательной программы «Наноквантум».....	13
Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий.....	21
2.1 Организационно-педагогические условия реализации программы.	21
2.2 Формы аттестации / контроля.....	23
2.3 Оценочные материалы.	23
2.4 Оценка образовательной деятельности.....	25
2.5 Список рекомендуемой литературы.	26

Информационная карта программы

1.	Образовательная организация	МБОУДО «Детский технопарк «Кванториум»-Дом пионеров» г.Альметьевска Республики Татарстан
2.	Полное наименование программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Наноквантум 12-18»
3.	Направленность программы	Естественнонаучная
4.	Сведения о разработчиках	
4.1.	ФИО, должность	Халикова Диляра Азатовна, педагог дополнительного образования
5.	Сведения о программе	
5.1.	Срок реализации программы	2 года
5.2.	Возраст обучающихся	12-18 лет
5.3.	Характеристика программы: - тип программы - вид программы - форма организации содержания и учебного процесса	дополнительная общеобразовательная программа общеразвивающая разноуровневая модульная
5.4.	Цель программы	Формирование у обучающихся современные представления о наноматериалах и наносистемах, базовые знания и умения в области современного материаловедения и нанотехнологий через проектно-исследовательскую деятельность.
5.5.	Образовательные модули	- Стартовый уровень. Введение в нанотехнологии. - Базовый уровень. Работа с наноструктурами. - Продвинутый уровень. Углубленный анализ наноструктур.
6.	Формы и методы образовательной деятельности	Теоретическое обучение (лекционные и семинарские занятия); Практическое обучение (практические занятия по работе с оборудованием в Наноквантум); Самостоятельная работа по разработке проектов; Интерактивные формы: исследовательские(метод проектов, «кейс-метод»)
7.	Формы мониторинга результативности	успешное выполнение всех практических задач и последующая защита собственного реализованного проекта, тестирование, выполнение кейсов, эссе
8.	Результативность реализации программы	Защита проектов, участие в конкурсах
9.	Дата утверждения и последней корректировки программы	19.08.2019г. 31.08.2020г.
10.	Рецензенты	

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы.

1.1 Пояснительная записка.

Направленность программы:

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Наноквантум 12-18» относится к программам естественнонаучной направленности.

Нормативно-правовое обеспечение программы:

- Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 09 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Концепция развития дополнительного образования детей. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 04 сентября 2014г. №1726-р;
- Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей 2.4.4.3172-14, утвержденных Постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 04.07.2014 г.
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеобразовательных программ (включая разноуровневые программы). Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242;
- Устав учреждения.

Актуальность программы:

Актуальность программы обусловлена социальным заказом общества на технически грамотных специалистов в области нанотехнологий, максимальной эффективностью развития технических навыков с юного возраста, передачей сложного технического материала в простой доступной форме, реализацией личностных потребностей и жизненных планов, реализацией проектной деятельности детьми на базе современного оборудования, а также повышенным интересом детей школьного возраста к нанотехнологиям. Большими возможностями в развитии личностных ресурсов школьников обладает подготовка в области нанотехнологий. Программа нацелена помочь

ранней профилизации.

Актуальность данной программы объясняется следующими положениями: - ознакомление обучающихся с современными достижениями науки, которые уже используются и применяются; - содействие в понимании взаимосвязи предметов естественнонаучного цикла: таких как физика, химия, биология, тем самым создание мотивации для более глубокого изучения школьных предметов; - нацеленность на достижение метапредметных результатов; - подготовка обучающихся к объективному восприятию и анализу современных тенденций в науке и технике; - помощь в ориентировании на рынке новейших товаров и услуг в качестве конечных потребителей нанопродукции.

Отличительные особенности программы:

Программа «Наноквантум 12-18» подразумевает развитие у обучающихся познавательных интересов в области физики, химии, физико-химических процессов и явлений. Это предусматривает развитие у учащихся универсальных учебных действий, с помощью формирования «SoftSkills» и «HardSkills» компетенций во время занятий. Данная программа опирается на сбалансированное сочетание научно-технических достижений в области современных технологий и устройств, а также дополняющие их и открывающие новые перспективы в исследованиях. Программа построена на оптимальном сочетании лекционного и практического материалов, направленном на максимизацию проектно-поисковой работы ребенка, в результате которой он может получить общественно значимые результаты и развивать собственные социально активные навыки. Обучающийся после окончания курса, имея основу из полученных знаний, сможет самостоятельно заниматься совершенствованием собственных навыков в области сбора, обработки и визуализации пространственной информации, что позволит ему продолжать исследовать окружающую среду и заниматься проектной деятельностью. В программе Наноквантум предусмотрена интерактивная форма обучения, «мозговой штурм», система кейс метод обучения, исследовательская и проектная деятельность. Кейсы составляются в зависимости от темы или задач, которые предусмотрены программой, с учетом возрастных особенностей детей, их индивидуальной подготовленности, состоит из теоретической и практической части. Учащиеся в ходе выполнения программы осваивают все этапы проведения научного исследования: постановку задачи, формулировку гипотезы, методики измерений, формулировки и подтверждение выводов, верификацию результатов. Обучающая деятельность выполняется в микрогруппах по 2-3 человека. Учащиеся формируют навыки постановки проведения и обработки анализа эксперимента, осваивают навыки работы с современным оборудованием. По итогам курса

обучения учащиеся выбирают тему учебно-исследовательского проекта, углубляя изученные задачи, либо придумывают новую; проводят поиск и анализ информации из информационных источников; учатся эффективно презентовать и защищать собственный проект, хорошо выполненный учебно-исследовательский проект возможно предоставить на различных конкурсах.

Цель: формирование у обучающихся современные представления о наноматериалах и наносистемах, освоения «hard» и «soft» компетенций и передовых технологий в области нанотехнологий; формирование у обучающихся устойчивых знаний, умений и навыков в области современного материаловедения и нанотехнологий через проектно-исследовательскую деятельность, а также возможность использования ЗУН при создании наукоемкой продукции.

Задачи:

1. Обучающие:

- сформировать комплекс общих знаний в области современных естественных наук;
- осваивать «hard» и «soft» компетенции; формировать умение ориентироваться на идеальный конечный результат;
- освоить терминологию и основные понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями;
- обучить современным представлениям об основных принципах, методах и методиках исследования объектов и материалов;
- обучить работе на современном технологическом, аналитическом оборудовании;
- приобрести навыки теоретических и экспериментальных исследований от постановки задачи до ее реализации.

2. Развивающие:

- развивать навыки научно-исследовательской и проектной деятельности;
- развивать интерес к современному естествознанию и новейшим технологиям;
- развивать психофизиологические качества обучающихся: память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление, в том числе посредством игры в шахматы и занятий прикладной математикой;
- стимулировать познавательную активность и творческую инициативу обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности;
- формировать общую культуру и организацию содержательного досуга обучающихся через активное использование ресурсов

организаций сферы культуры и искусства, истории и просвещения.

3. Воспитательные:

- формировать волевые качества для успешной деятельности, такие как усидчивость, настойчивость, терпение, самоконтроль;
- формировать коммуникативную культуру учащихся, умение продуктивно работать в команде

Адресат программы: программа рассчитана для детей от 12 до 18 лет. Набор обучающихся проводится без предварительного отбора детей.

Формирование групп (15 человек) происходит в соответствии с уровнем первоначальных знаний по физике и химии, мотивации к изучению данной тематики.

Объем программы:

Программа рассчитана на 360 учебных часов:

- первый год обучения – 144 учебных часов;
- второй год обучения – 216 учебных часов.

Формы организации образовательного процесса:

- Теоретическое обучение (лекционные и семинарские занятия);
- Практическое обучение (практическое занятие по работе с мобильными устройствами и БПЛА);
- Самостоятельная работа по разработке проектов.
- Интерактивные формы:
- игровые (деловые игры)
- исследовательские (метод проектов, «кейс-метод», «мозговой штурм»)

Срок освоения программы:

Программа рассчитана на 72 учебные недели в течении 2-х лет.

Режим занятий:

- 1-й год обучения - 2 раза в неделю по 2 академических часа;
- 2-й год обучения - 3 раза в неделю по 2 академических часа.

Планируемые результаты освоения программы.

Первый год обучения (вводный и базовый модули) ожидаемые результаты по образовательному компоненту программы:

Обучающиеся должны знать: основные понятия и задачи современного естествознания, а также перспективы развития нанотехнологий; особенности получения и изучения микро- и нано-структур; терминологию и основные понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями; принципы и методики для исследования объектов и материалов; методы проведения научного исследования.

Обучающиеся должны уметь: работать с современным лабораторным и исследовательским оборудованием; работать со средствами информации (уметь искать и отбирать информацию); выбирать объект исследования, формулировать рабочую гипотезу, проверить ее и оценить достоверность полученных результатов.

Второй год обучения (углубленный модуль) ожидаемые результаты по образовательному компоненту программы:

Знать: терминологию и основные понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями; основные методы получения наноматериалов и наноструктур; методы и технологии получения наноразмерных систем и их практической реализации на предприятиях для повышения устойчивости и конкурентоспособности инновационного бизнеса; физические основы, инструментальные принципы и диагностические возможности методов сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии.

Уметь: выбирать оптимальные расходные материалы; навыки построения траекторий выполнения исследовательский проектов; навыки анализа полученных данных. Пользоваться лабораторным оборудованием: микроскопы оптический и инвертированный, весы лабораторные, спектрофотометр, магнитная мешалка, пиролизический газовый реактор; пользоваться вспомогательным оборудованием: диспергатор, дистиллятор, ультразвуковая мойка, водяная баня, простыми измерительными приборами (цифровой мультиметр, рН-метр и т.п.), набором лабораторной посуды, общелабораторными принадлежностями и реактивами; работать с персональным компьютером (ноутбук). Выбирать направления исследования, проводить аналитический обзор информации по теме проекта; выбирать объект и методы исследований; разрабатывать план проведения исследований, распределять роли в проекте; анализировать и сопоставлять экспериментальные данные; готовить отчет о результатах проведенных исследований; презентовать проект, подготавливать печатные материалы о результатах проекта.

Общие личностные результаты: самостоятельно и в группах решать поставленную задачу, анализируя, и подбирая материалы и средства для ее решения; составлять план выполнения работы; защищать собственные разработки и решения; работать в команде; быть

нацеленным на результат; вырабатывать и принимать решения; демонстрировать навык публичных выступлений.

Метапредметные результаты: овладение элементами самостоятельной организации учебной деятельности, что включает в себя умения ставить цели и планировать личную учебную деятельность; оценивать собственный вклад в деятельность группы; проводить самооценку уровня личных учебных достижений; освоение элементарных приемов исследовательской деятельности, доступных для детей среднего и старшего школьного возраста: самостоятельное формулирование цели учебного исследования (опыта, наблюдения), составление его плана, фиксирование результатов, использование измерительных приборов, формулировка выводов по результатам исследования; формирование приемов работы с информацией, что включает в себя умения поиска и отбора источников информации в соответствии с учебной задачей; понимания информации, представленной в различной знаковой форме — в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков и т.д.; развитие коммуникативных умений и овладение опытом межличностной коммуникации, корректное ведение диалога и участие в дискуссии; участие в работе группы в соответствии с обозначенной ролью.

По окончании программы обучающиеся должны научиться работать с оборудованием (HardSkills) и приобрести навыки, которые очень важны для участия в коллективных проектах, брать на себя ответственность за роль в командной работе, помогать друг другу (SoftSkills).

HardSkills: Терминология и основные определения в области нанотехнологий. Физико-химические основы получения нанопорошков испарением-конденсацией, в процессе газофазных реакций, а также кристаллизации из расплава. Умение выполнять опыты. Умение работать с приборами и оборудованием. Технологии получения наноматериалов. Темплатный синтез. Самосборка. Физико-химические основы получения компактированных наноматериалов. Применение процессов компактированных наноматериалов для получения изделий из нанопорошков методом спекания. Применение процессов нанесения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокровов для создания модифицированных поверхностных слоев.

SoftSkills: Умение искать информацию в свободных источниках и структурировать ее. Умение генерировать идеи указанными методами, слушать и слышать собеседника. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи. Командная работа. Организаторские качества. Умение грамотно письменно формулировать свои мысли. Критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы. Умение оформлять научную и проектные работы. Основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций

Результатом освоения обучающимися программы по развивающему и воспитательному аспектам являются: устойчивый интерес обучающихся к современному естествознанию и новейшим технологиям; - активное участие в научно-исследовательской и проектной деятельности; достижения в массовых мероприятиях различного уровня; умение планировать предстоящие действия, самостоятельно решать задачи в процессе работы, рационально выполнять задания; развитие волевых качеств личности (дисциплинированности, целеустремлённости, самостоятельности, ответственности, настойчивость в достижении поставленной цели и т.д.); умение самостоятельно осуществлять поиск информации, используя различные источники, и структурировать ее; способность продуктивно общаться в коллективе, слушать и слышать собеседника; способность работать в команде; умение грамотно формулировать свои мысли, аргументированно отстаивать свою точку зрения; устойчивый интерес к участию в мероприятиях, направленных на формирование и развитие общекультурных компетенций у обучающихся.

Формы подведения итогов реализации программы: успешное выполнение практических и творческих заданий, решение кейсов, участие в исследовательских и практических конференциях, защита собственного реализованного проекта, а также проведение итоговой аттестации.

1.2 Матрица дополнительной общеобразовательной программы.

Уровни	Критерии	Формы и методы диагностики	Методы и педагогические технологии	Результаты	Методическая копилка дифференцированных заданий
Стартовый	<u>Предметные:</u> Умение обучающегося проявлять приобретенные знания на викторинах, в беседах, в личном контакте с педагогом и товарищами; зачет по проверочным работам в течение года; умение работать с приложениями/программами,	Диагностическое исследование ЗУН; организация и участие в мероприятиях.	- Игровые технологии - Технология коллективной творческой деятельности - Практические занятия	Вводный стартовый уровень результатов предполагает приобретение новых знаний, опыта решения задач по различным направлениям. Результат выражается в позитивном отношении детей к базовым ценностям общества, в частности к природе. - Освоение образовательной программы. - Переход на базовый уровень не менее 50% обучающихся.	Задания для создания положительной мотивации через практическую направленность обучения, связи с жизнью, ориентации на успех, регистрации продвижения в учении. Задания для создания условий, позволяющих каждому ученику оценить свое положение и обдумать возможности его улучшения.
	<u>Метапредметные:</u> умение осуществлять информационный поиск для выполнения учебных задач				

	<u>Личностные:</u> развитие интереса к познанию мира природы				Задания для формирования мыслительных действий и операций; обучения предметным действиям и навыкам не только на практическом, но и по возможности, на теоретическом уровне.
Базовый	<u>Предметные:</u> умение наблюдать, фиксировать, исследовать явления окружающего мира, выделять, описывать и характеризовать факты и события, обрабатывать данные	Промежуточный контроль: проверка уровня формирования компетентностей в ходе беседы, игры, участия в конкурсах, конференциях.	- Технология критического мышления.	Базовый уровень результатов проявляется в активном использовании школьниками своих знаний, приобретении опыта самостоятельного поиска информации, систематизации и оформлении интересующей информации, ценностного отношения к природе и окружающему миру. - Освоение образовательной программы. - Участие в муниципальных и региональных мероприятиях не менее 50% обучающихся. - Включение в число победителей и призеров мероприятий не менее 10% обучающихся. - Переход на продвинутый уровень не менее 25% обучающихся.	Поиск новых знаний. Задания с частично – поисковым характером.
	<u>Метапредметные:</u> освоение норм и правил социокультурного взаимодействия со взрослыми и сверстниками в сообществах разного типа (класс, школа, семья и др.)				
	<u>Личностные:</u> осознание потребности к осуществлению осознание места и роли человека в биосфере				
Продвинутый	<u>Предметные:</u> владение навыками устанавливать и выявлять причинно-следственные связи в окружающем мире природы и социума.	Участие в научных конференциях; акциях;	- Технология проектной деятельности.	Продвинутый уровень результатов предполагает получение школьниками самостоятельного опыта деятельности. Он проявляется в участии детей в различных	Задания по технологии поиска новых знаний, работы с дополнительными источниками информации.

		портфолио и презентации исследовательской деятельности на научно-практических конференциях.	- Технология исследовательской деятельности.	природоведческих конкурсах, викторинах, выполнение творческих работ и проектов по самостоятельно выбранному направлению. - Освоение образовательной программы. - Участие в муниципальных, региональных, всероссийских мероприятиях не менее 80% обучающихся. - Включение в число победителей и призеров мероприятий, не менее 50% обучающихся.	Задания с привлечением к поисковой деятельности. Творческие задания. Решение нестандартных задач.
--	--	---	--	---	---

1.3. Учебный (тематический) план дополнительной общеобразовательной программы «Наноквантум 12-18»

№	Название раздела, темы	Количество часов			Формы организации занятий
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводный модуль				
1.1.	Знакомство группы. Инструктаж по технике безопасности	2	2		Игра, Лекция
1.2.	Введение в нанотехнологии. История возникновения и развития нанонауки. Шкала масштабов. Изменения свойств вещества в состоянии наночастиц. Природные нанообъекты и наноэффекты. Области применения нанотехнологии. «Умный дом». Компьютеры будущего. Техногенные и строительные наноматериалы. Введение в нанотехнологии-практическая работа.	8	4	4	Игра, Лекция, Кейс 1
1.3.	Законы физики и химии в микромире. Отличие методов изучения микромира. Основные законы химии, физики. Законы физики и химии в микромире-практическая работа.	10	8	2	Игра, Лекция, Кейс 1
1.4.	Уровни организации материи. -Микромир, макромир, мегамир. Элементарные частицы. Атомы. Молекулы; -Кластеры, нанотрубки, фуллерены, свойства, функции. Структурные уровни микромира. Вакуум; -Структурные уровни организации материи в мегамире. Вселенная. Квантовое испарение чёрных дыр; -Сверхтекучесть. Сверхпроводимость. Фотоэффект. Линейчатые спектры. Ферромагнетизм Уровни организации материи-практическая работа	14	8	6	Игра, Лекция, Кейс 2

1.5.	Элементы, применяемые в нанотехнологиях. -Si, C, Ge, Ga-As, Cd-S полупроводниковые соединения; -Дисперсные и массивные материалы, содержащие структурные элементы (зерна, кристаллиты, блоки, кластеры и другие); -Технологии, обеспечивающие возможность создавать и модифицировать наноматериалы; -Молекулы. Вирусы. Бактерии. Аминокислота. Белки; Элементы, применяемые в нанотехнологиях - практическая работа	20	8	12	Игра, Лекция, Кейс 3
1.6.	Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов. -Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов; -Газофазное компактирование. Методы лазерного испарения. Диспергирование и измельчение. Пластическая деформация; - Контролируемая кристаллизация	10	6		Игра, Лекция, Кейс 3
	Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов. Практическая работа. -«Химический синтез и физико-химический анализ водной дисперсии наночастиц золота»; «Химический синтез и спектрофотометрический анализ водной дисперсии наночастиц серебра»; -«Получение углеродных нанотрубок методом осаждения их паровой фазы». «Определение распределения наночастиц по размерам»;			4	Игра, Лекция, Кейс 3
1.7.	Основные методы нанодиагностики материалов. Основные принципы работы сканирующей зондовой микроскопии Основные методы нанодиагностики материалов- практическая работа	4	2	2	Игра, Лекция, Кейс 3
1.8	Основы сканирующей зондовой микроскопии. Спектроскопия и литография. Сканирующие элементы зондовых микроскопов. Микроскопия: сканирующая туннельная; атомно-силовая; электросиловая; магнитно-силовая	4	2		Игра, Лекция, Кейс 3
	Практическая работа. -«Визуализация методом СТМ микро и наноструктуры поверхности образца мастер-диска, используемого при изготовлении DVD дисков»; -«Визуализация и измерение геометрических параметров пиков на поверхности CD диска из поликарбоната».			2	Игра, Лекция, Кейс 3
	Итого часов по модулю	72	40	32	

2. Базовый модуль					
Раздел 1. Введение в нанотехнологии					
2.1.1	Терминология и основные понятия, связанные с нанотехнологиями	2	2		Лекция, Кейс 4
2.1.2	Основные отличительные особенности материалов, находящихся в наносостоянии	2	2		Лекция, Кейс 4
2.1.3	Свойства наноматериалов	2		2	Лекция, Кейс 4
2.1.4	Классификация наноразмерных объектов и систем на их основе. Физикохимия наноразмерных систем. Классификация методов получения	2	2		Лекция, Кейс 4
2.1.5	Термодинамика монослойной пленки	2		2	Лекция, Кейс 4
	Итого часов по разделу	10	6	4	
Раздел 2. Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов					
2.2.1.	Методы и оборудование получения нанобъектов испарением-конденсацией, в процессе газофазных реакций и кристаллизации из расплава	2	2		Лекция, Кейс 5
2.2.2.	Методы и оборудование получения нанобъектов механическим диспергированием, механосинтезом, детонационным синтезом, электровзрывом и методом твердофазного разложения	2	2		Лекция, Кейс 5
2.2.3	Расчет энергии, затрачиваемой при диспергировании материалов до заданного размера частиц	2		2	Лекция, Кейс 5
2.2.4	Методы и оборудование получения компактированных наноматериалов. Основные методы контроля гранулометрического состава нанобъектов и их морфологических особенностей. Разновидности методик и оборудования. Принципы выбора методов контроля применительно к различным нанобъектам	2	2		Лекция, Кейс 5
2.2.5	Оценка параметров структуры компактированных наноматериалов в зависимости от внешних технологических факторов	2		2	Лекция, Кейс 5
2.2.6	Методы и технологии получения твердых, сверхтвердых и ультратвердых нанопокровов	2	2		Лекция, Кейс 5
2.2.7	Определение распределения наночастиц по размерам	2		2	Лекция, Кейс 5
2.2.8	Методы газо-фазной и молекулярно-лучевой эпитаксии	2	2		Лекция, Кейс 5

2.2.9	Методы очистки наноматериалов и получения высокочистых веществ. Методы зонной очистки	4	2	2	Лекция, Кейс 5
2.2.10	Гидротермальный синтез. Осаждение из растворов. Золь-гель технология. Синтез в микрогетерогенных системах. Электрохимический синтез. Кримохимическая технология. Метод испарения и конденсации. Плазмохимический синтез. Электроэрозия. Детонационный синтез. Атомно-молекулярное наслаивание	2	2		Лекция, Кейс 5
2.2.11	Химический синтез и физико-химический анализ водной дисперсии наночастиц золота	2		2	Лекция, Кейс 5
2.2.12	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Лазерная обработка. Термическое разложение. Твердофазный синтез. Электровзрыв проводников. Механическое и ультразвуковое диспергирование. Пластическая деформация. Литография	2	2		Лекция, Кейс 5
	Итого часов по разделу	26	16	10	
Раздел 3. Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии					
2.3.1	Особенности диагностики наноразмерных систем в зависимости от метода и технологии получения	2	2		Лекция, Кейс 6
2.3.2	Физические основы, инструментальные принципы, аппаратно-программное обеспечение СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия, упругая и неупругая локальная туннельная спектроскопия	2	2		Лекция, Кейс 6
2.3.3	Визуализация методом СТМ микро- и наноструктуры поверхности образца мастер-диска, используемого при изготовлении DVD дисков	2		2	Лекция, Кейс 6
2.3.4	Сканирующая силовая микроскопия. Контактный, бесконтактный и полуконтактный режимы работы	2	2		Лекция, Кейс 6
2.3.5	Визуализация и измерение геометрических параметров питов на поверхности CD диска из поликарбоната	2		2	Лекция, Кейс 6
2.3.6	Измерение локальных механических, электрических, магнитных характеристик объектов различной природы. Двух-проходные СЗМ-методики	2	2		Лекция, Кейс 6
2.3.7	Сканирующая зондовая литография. Примеры применения СЗМ-методов	2	2		Лекция, Кейс 6
2.3.8	Создание наноструктуры по цифровому шаблону на поверхности поликарбоната методом динамической силовой литографии	2		2	Лекция, Кейс 6

2.3.9	Изготовление и диагностика СЗМ-зондов. Простейшие основы теории построения СЗМ изображений. Метрология в СЗМ	2	2		Лекция, Кейс 6
2.3.10	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	2		2	Лекция, Кейс 6
2.3.11	Оптические методы исследования и манипуляции нанообъектами	2	2		Лекция, Кейс 6
2.3.12	Обработка и анализ СЗМ-данных. Обработка и представление СЗМ – данных, измерение геометрических характеристик на СЗМ – изображениях	4	2	2	Лекция, Кейс 6
	Итого часов по разделу	26	16	10	
Раздел 4. Основные методы нанодиагностики материалов					
2.4.1	Взаимодействие пучков заряженных частиц с веществом. Возможности использования пучков заряженных частиц для исследования и модификации нанообъектов	2	2		Лекция, Кейс 7
2.4.2	Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ в исследовании, диагностике и контроле параметров наноструктурированных материалов	2	2		Лекция, Кейс 7
2.4.3	Использование сфокусированных ионных пучков для обработки и визуализации нанообъектов	2	2		Лекция, Кейс 7
2.4.4	Физические основы, инструментальные принципы методов рентгенофотоэлектронной и Оже-электронной спектроскопии	2	2		Лекция, Кейс 7
2.4.5	Физические основы и инструментальные принципы дифракции медленных и быстрых электронов. Рентгеновские методы определения кристаллической структуры, элементного и фазового состава наноматериалов	2	2		Лекция, Кейс 7
	Итого часов по разделу	10	10		
	Итого часов по Базовому модулю	72	48	24	
3	Углубленный модуль				
3.1.	Основы проектной деятельности. Профессиональный сбор данных.	14	10		Презентация
	Практическая работа			4	Практическая работа

3.2.	Материалы с памятью формы и опыты с ними. -Знакомство с уникальными материалами, обладающими памятью формы; -Эффект восстановления первоначальной структуры; - Свойства нитинола и полимерного композита с памятью формы	20	10		Презентация
	Материалы с памятью формы и опыты с ними. Практическая работа			10	Практическая работа Проект
3.3.	Эффекты в неньютоновских жидкостях -Неньютоновские жидкости и опыты; -Межмолекулярные взаимодействия в неньютоновских жидкостях; -Идеи по технологическому применению таких веществ;	20	10		Презентация
	Эффекты в неньютоновских жидкостях -практическая работа			10	Практическая работа Проект
3.4.	Штормглас: эксперименты и гипотезы -Штормглас. -Работоспособность нескольких вариантов изготовления штормгласа. -Провести длительное наблюдение и статистический анализ	20	10		Презентация
	Штормглас: эксперименты и гипотезы. Практическая работа			10	Практическая работа Проект
3.5.	Термохромизм. Химический термохромизм. -Термохромизм. Цветовые переходы. -Химический термохромизм. -Кристаллогидраты. Органические и неорганические пигменты	20	10		Презентация
	Термохромизм. Химический термохромизм. Практическая работа			10	Практическая работа Проект
3.6.	Термохромизм. Физический термохромизм. -Термохромизм. -Физический механизм термохромизма. Химический и физический механизмы термохромии. -Своеобразная структура упорядочения. -Жидкие кристаллы. Класс «умных материалов» сильно реагирующих на изменения окружающей среды	20	10		Презентация
	Термохромизм. Физический термохромизм. Практическая работа			10	Практическая работа Проект
3.7.	Знакомство с миром симметрии кристаллов -Физика твердого тела, кристаллография, кристаллохимия и физическая химия. -Минералогия, геохимия. Природные и искусственные кристаллы. Законы симметрии. -Точные измерительные приборы, управление возможностями кристаллов. -Устройства хранения информации, защитные покрытия, лазеры. -Провести длительное наблюдение и статистический анализ	20	10		Презентация

	Знакомство с миром симметрии кристаллов-практическая работа			10	Практическая работа Проект
3.8.	Фотохромные материалы -Фотохимия, фотохимические реакции, фотохромные материалы. Основы фотографической техники и получение изображений с помощью светочувствительных покрытий	4	2		
	Фотохромные материалы. Практическая работа			2	Практическая работа Проект
3.9	Гамма цветов растительных пигментов -Растительные пигменты и их синтетические аналоги Классификация растительных пигментов, возможности изменения цвета при изменении кислотности среды или температуры	4	2		Кейс Решение кейса
	Гамма цветов растительных пигментов. Практическая работа			2	Практическая работа
4.0.	Законы осмоса в природе и технике -Явления осмоса. Электрофорез	4	2		Кейс Решение кейса
	Законы осмоса в природе и технике. Практическая работа			2	Кейс Решение кейса
4.1.	Электропроводящие свойства графитовых грифелей, мгновенная кристаллизация. -Композиты, графит, структура и свойства графита и его аллотропных форм, электрофизические свойства	4	2		Кейс Решение кейса
	Электропроводящие свойства графитовых грифелей, мгновенная кристаллизация. Практическая работа			2	Кейс Решение кейса
4.2.	Знакомство с оптической микроскопией, с рН метрией, кондуктометрией, мультиметром. -Магнитное поле в веществе, диамагнитные вещества. Ферромагнетизм, неодимовые магниты, правила Ленца. Левитация над сильным магнитным полем и восприимчивость сверхпроводников	6	2		Кейс Решение кейса
	Знакомство с оптической микроскопией, с рН метрией, кондуктометрией, мультиметром. Практическая работа			4	Кейс Решение кейса
4.3.	Знакомство со спектрофотометрией, с рефрактометрией -Цеолиты -Оксиды щелочных и щелочноземельных металлов, «кипящий камень» -Исследования характера сорбции и десорбции в цеолитах, строение и геометрические модели, термические эффекты	6	2		Кейс Решение кейса
	Знакомство со спектрофотометрией, с рефрактометрией. Практическая работа			4	Кейс Решение кейса

4.4.	Введение в СЗМ, полиэтилены высокого и низкого давления -Введение в СЗМ. Изучение различий полиэтиленов высокого и низкого давления -Пробоподготовка материалов к исследованию с помощью СЗМ и интерпретации результатов. Возможности модификации поверхностей полиэтиленов и их новые применения	8	4		Кейс Решение кейса
	Введение в СЗМ, полиэтилены высокого и низкого давления. Практическая работа			4	Кейс Решение кейса
4.5.	Адсорбционные явления, многообразие коллоидных систем -Введение в теорию сорбционных процессов и их классификацию. Знакомство с силами Ван-дер-Ваальса. Возможности СЗМ в адсорбционных явлениях. Коллоидные частицы: растворы, золи, гели. Методы получения коллоидных систем, химические процессы на поверхности частиц, стабилизация и коагуляция. Особенности светорассеяния в зависимости от размеров частиц и длины волны. Эффект Тиндаля в разных средах	6	2		Кейс Решение кейса
	Адсорбционные явления, многообразие коллоидных систем. Практическая работа			4	Кейс Решение кейса
4.6.	Изоморфизм в кристаллах, структурная окраска -Введение в теорию изоморфизма, знакомство с кристаллографией. Фотонные кристаллы -Получение эпитаксиальных пленок. Знакомство с причинами возникновения структурной (радужной) окраски	8	4		Кейс Решение кейса
	Изоморфизм в кристаллах, структурная окраска. Практическая работа			4	Кейс Решение кейса
4.7.	Полимерные гидрогели и их сорбционные свойства -Гидрогели. Состав и метод синтеза гидрогелей -Особенности их поведения в различных средах, применение	8	4		Кейс Решение кейса
	Полимерные гидрогели и их сорбционные свойства. Практическая работа			4	Кейс Решение кейса
4.8.	Выполнение учебно-исследовательского проекта -Постановка темы на основе изученных тематик, проработка задач, составление плана исследования	12	2		Проект
	Выполнение учебно-исследовательского проекта -Практическая работа. Подготовка и проведение эксперимента -Практическая работа. Проработка гипотезы, обработка результатов и выводов -Практическая работа. Анализ результатов и их оформление, работа с			10	Практическая работа

	экспертами				
4.9	Представление результатов работы Сбор и анализ изученных материалов.	10	4		Практическая работа
	Представление результатов работы. -Практическая работа. Оформление текста и презентаций проектов. -Представление результатов в группе			6	Защита проектов
5.0.	Обобщающее занятие -Представление результатов всех работ групп. Анализ деятельности – планирование дальше развиваться в сфере нанотехнологий	2	2		Практическая работа Защита проектов
Итого часов по модулю		216	104	112	
Итого часов по курсу		360	180	180	

Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий.

2.1 Организационно-педагогические условия реализации программы.

Для успешной реализации программы требуется оборудованный согласно перечню, приведенному ниже, учебный кабинет на 15 (в том числе 1 преподавательский) рабочих мест.

Работа должна производиться в хорошо освещенном, просторном, проветриваемом помещении и в специализированной нано лаборатории:

- Специальный кабинет с двумя лаборантскими со специальным исследовательским оборудованием, кабинет должен быть оснащен химическими столами, посудой, вытяжкой, столами со стульями, компьютерной техникой не менее 1 ПК на 2 ученика.
- Спецодежда – халаты и сменная обувь.
- Наличие образцов конструкционных материалов и химических реактивов, необходимых для проведения исследований и проектных заданий.

Для успешного выполнения кейсов потребуется следующее оборудование, материалы, программное обеспечение и условия. Количество единиц оборудования и материалов приведен из расчета продолжительности образовательной программы и количественного состава группы обучающихся (14 человек). Распределение комплектов оборудования и материалов – 1 комплект на 2-3 обучающихся:

- методические рекомендации, 1 шт. на 2 ученика;

- инвертированный оптический микроскоп, 1 шт
- оптический микроскоп, 1 шт. на 1-5 учеников;
- тестовые калибровочные структуры, 1 шт. на 1-5 учеников;
- технологическая установка для изготовления наночастиц, наноигл;
- видеопроектор;
- ноутбук;
- экран;
- набор наночастиц различной природы,
- вытяжной шкаф и химические реагенты;
- расходный материал: W проволока, перчатки, дозаторы и т.п.;
- ультразвуковая ванна, 1 шт. на 5-7 учеников;
- центрифуга Eppendorf, 1 шт. на 5-7 учеников;
- тяжелый стол или упоры с гранитной плитой, 1 шт. на 2 ученика;
- весы и посуда, 1 шт./набор на 5-7 учеников;
- шлифовальная бумага, полировочные пасты;
- ножницы по металлу;
- химические реактивы: спирт этиловый, серная кислота, фосфорная кислота, пероксид водорода, щавелевая кислота;
- химическая посуда: тигли, бюксики, мерные стаканы и т.д.;
- муфельная печь до 900 градусов по Цельсию;
- виброзащита: активная или пассивная (гранитный стол);
- источник постоянного тока до 180 В. (+крокодильчики);
- вытяжной шкаф;
- USB-оптический микроскоп Levenhuk DTX 50;

- образцы титана (BT1-00, BT6);
- клеточный блок: инкубатор (термостат) с CO₂, ламинар, холодильник, питательные среды,
- образцы различной бумаги, среди которых должен быть фольгированный картон, металлизированная бумага, цветная фольга, фотобумага, обычная бумага;
- лак прозрачный (для защиты нанометок).

В ходе работы предлагается следующее распределение участников в группе:

- участники работают все вместе в ходе обсуждения проблемной ситуации, рефлексии и подготовки к защите проекта;
- участники работают в подгруппах по два-три человека в ходе выполнения проекта по технологической карте, выполнения практических занятий и самостоятельных заданий.

2.2 Формы аттестации / контроля.

- демонстрация результата участие в проектной деятельности в соответствии взятой на себя роли;
- экспертная оценка материалов, представленных на защите проектов;
- тестирование;
- устный/письменный опрос;
- подготовка мультимедийной презентации по отдельным проблемам изученных тем и их оценивание.

Для оценивания продуктов проектной деятельности детей используется критериальное оценивание. Для оценивания деятельности учащихся используются инструменты само- и взаимооценивания.

2.3 Оценочные материалы.

Выполнение практических работ, тестов, решение кейсов, проектная деятельность, оформление общего отчета о проделанных работах в модулях. *Примерные вопросы для опроса по итогам освоения модулей*

1. Что означает слово «нано»? - одну девятую часть

- одну сотую часть
- одну миллиардную часть

5. Какими инструментами пользуются нанотехнологи?

- оптическим микроскопом
- зондовым микроскопом

2. Наночастицы имеют размер:

- от одного до ста нанометров
- от одного до двух нанометров
- от одного до миллиарда нанометров

6. Наношприц сделан на основе:

- нанотрубки
- фуллерена
- молекулы искусственного белка

3. Что такое способ получения наночастиц «сверху вниз»?

- исходный материал бросают с большой высоты, и он распадается на наночастицы
- исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными

- на исходный материал сверху бросают что-нибудь тяжелое, и он распадается на наночастицы

7. Как называется устройство для сборки наномеханизмов?

- дизассемблер
- ассемблер
- икосаэдр

4. Что такое способ получения наночастиц «снизу-вверх»?

- исходный материал подбрасывают вверх, и он распадается на наночастицы
- исходный материал сверлят снизу до получения наночастиц
- наночастицы получают, объединяя отдельные атомы

8. Какие ученые занимаются изучением и созданием наноматериалов?

- философы и филологи
- социологи и экономисты
- физики, химики, биологи и специалисты по компьютерным наукам.

2.4 Оценка результатов образовательной деятельности:

Критерии оценки: высокий, средний, низкий.

Высокий – 5 баллов;

Средний уровень – 4 балла;

Низкий уровень – 3 балла.

Теоретические знания оцениваются по 5-бальной системе.

3 балла – содержание темы раскрыто наполовину, ответ неуверенный, педагог помогает наводящими вопросами;

4 балла – тема раскрыта хорошо, обучающийся хорошо ориентируется в материале, но его ответ может быть дополнен другим обучающимся или педагогом;

5 баллов – обучающийся раскрыл тему исчерпывающим ответом, с примерами. Свободно ориентируется в материале.

Практические умения оцениваются по 5-бальной системе.

3 балла – обучающийся выполняет задание на низком уровне, но самостоятельно. Применяет теорию на практике частично;

4 балла – обучающийся выполняет задание творчески, самостоятельно, но теорию применяет недостаточно;

5 баллов – выполнение задания хорошо продумано. Обучающийся применяет на практике теорию, относится к решению поставленной задачи творчески, импровизирует.

Данные сводятся в протокол результатов аттестации обучающихся.

2.5 Список рекомендуемой литературы.

Основная литература:

1. Гудилин, Е.А. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества [Текст] / под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 171 с.
2. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А.И. Гусев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 416 с.
3. Дубровский, В.Г. Теоретические особенности технологии полупроводниковых наноструктур [Текст] / В.Г. Дубровский. – СПб.: Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2007. – 343 с.
4. Журнал «Квант» за 1970 – 2007 гг. [Текст]. – М.: Наука.
5. Мишкеевич, Г. Рабочая грань алмаза [Текст] / Г. Мишкеевич. – Ленинград: ЛЕНИЗДАТ, 1982.
6. Мухин, М. Наноквантум тулжит [Текст] / М. Мухин, И. Мухин, А. Голубок. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 –128 с.
7. Нанотехнологическое общество России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ntsр.info/internet/>
8. Новые материалы. [Текст] / под редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
9. Сергеев, Г.Б. Нанохимия [Текст] / Г.Б. Сергеев. – М.: МГУ, 2007.
10. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов [Текст] / под ред. С.В. Калюжного. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.
11. Сонин, А.С. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов [Текст] / А.С. Сонин. – М.: Наука, 1988.
12. Суздаев, И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст] / И.П. Суздаев. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
13. Комплект современных приборов и методик, спроектированный для проведения междисциплинарных практикумов и ведения проектной деятельности в области современного естествознания и нанотехнологий. НАНОЛАБ <http://polyus-nt.ru/nanolab.html>
14. Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика»: методическое пособие по программе элективного курса для учителей 10-11 классов/ В.В. Светухин и др.; под ред. Б.М.Костишко, В.Н.Голованова. – Ульяновск: УлГУ, 2008.

Дополнительная литература:

1. Волосы человека: строение волос, химический состав здорового волоса, стержень волоса, структура и рост волос, жизненный цикл волос: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inmoment.ru/beauty/beautiful-body/hair-man>.
2. Кекин А., Ковалев А. и соавт. Аппаратурные средства проверки подлинности документов на основе оптического метода неразрушающего контроля. (статья в журнале) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bre.ru/security/22938.html>.
3. Методы и оборудование для определения подлинности денежных знаков и ценных бумаг (статья в журнале). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bankir.ru/publikacii/20050804/metodioborydovanie-dlya-opredeleniya-podlinnosti-deneznih-znakov-i-cennihbymag1364377/>.

4. Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии (учебное пособие). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ntmdtsi.ru/data/media/files/brochures/osnovy_skaniruyushcej_zondovoj_mikrosko_pii.pdf.
5. Основы взаимодействия биологических тканей с искусственными материалами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ispms.ru/files/Publications/sharkeev_2013/pdf/5_1.pdf.
6. Попова Л.М. Введение в нанотехнологию: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kaforgchem/1.pdf>.
7. Применение зондовой микроскопии в нанотехнологиях (презентация): [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/531483>.
8. Савич, В.В. Модификация поверхности титановых имплантатов и её влияние на их физико-химические и биомеханические параметры в биологических средах [Текст] / В.В. Савич, Сарока Д.И., Киселев М.Г., Макаренко М.В. – Минск: Издательский дом «Белорусская наука», 2012. – 245 с.
9. Химические методы получения наноструктур. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.elch.chem.msu.ru/rus/mfti/mfti09_8.pdf.