

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

Принята на заседании
педагогического совета
МБОУДО «Детский технопарк
«Кванториум» - Дом пионеров»
г.Альметьевска РТ
Протокол № 1 от «19» августа 2019г.

Утверждаю
Директор МБОУДО «Детский технопарк
«Кванториум» - Дом пионеров»
г.Альметьевска РТ
Р.З. Закиров
Приказ № 5 от «19» августа 2019г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«НАНОКВАНТУМ 7-10»**

Направленность: естественнонаучная

Возраст учащихся: 7-10 лет

Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:

Акимбаева Джамиля Ильфатовна,
педагог дополнительного образования

Альметьевск, 2019

Информационная карта программы

1.	Образовательная организация	МБОУДО «Детский технопарк «Кванториум»-Дом пионеров» г.Альметьевска РТ
2.	Полное наименование программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Наноквантум 7-10»
3.	Направленность программы	Естественнонаучная
4.	Сведения о разработчиках	
4.1.	ФИО, должность	Акимбаева Джамиля Ильфатовна, педагог дополнительного образования
5.	Сведения о программе:	
5.1.	Срок реализации программы	1 год
5.2.	Возраст обучающихся	7-10
5.3.	Характеристика программы: - тип программы - вид программы - принцип проектирования программы - форма организации содержания и учебного процесса	дополнительная общеобразовательная программа общеразвивающая разноуровневая и модульная
5.4.	Цель программы	введение в область современного материаловедения и нано технологий через проектно-исследовательскую деятельность учащихся.
5.5.	Образовательные модули (в соответствии с уровнями сложности содержания и материала программы)	- Стартовый уровень: Введение в нанотехнологии
6.	Формы и методы образовательной деятельности	Форма организации учебных занятий: - беседа; - техническое соревнование; - игра-квест; - экскурсия. Методы образовательной деятельности: - объяснительно-иллюстративный; - метод устного изложения, позволяющий в доступной форме донести до обучающихся сложный материал; - метод проверки, оценки знаний и навыков, позволяющий оценить переданные педагогом материалы и, по необходимости, вовремя внести необходимые корректировки по усвоению знаний на практических занятиях; - демонстрация; - закрепления и самостоятельной работы по усвоению знаний и навыков; - диалоговый и дискуссионный. - - соревнования и конкурсы
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	Август 2019
10.	Рецензенты	

Оглавление

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы.

1.1 Пояснительная записка.....	4
1.2 Матрица образовательной программы.....	11
1.3 Учебный (тематический) план.....	12
1.4 Содержание программы.....	14

Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий.

2.1 Организационно-педагогические условия реализации программы.....	15
2.2 Формы аттестации/контроля.....	16
2.3 Оценочные материалы.....	16
2.4 Список рекомендуемой литературы.....	18

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы.

1.1 Пояснительная записка.

Направленность программы:

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Наноквантум (7-10)» относится к программам естественнонаучной направленности.

Нормативно-правовое обеспечение программы:

Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ, Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2013-2020 годы, Приказ Министерства образования и науки РФ от 9 ноября 2018г. №196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам», Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.4.4.3172-14 (Зарегистрировано в Минюсте России 20 августа 2014 г. N 33660), Концепция развития дополнительного образования детей на 2014-2020 гг. (Утверждена Распоряжением Правительства РФ № 1726-р 4 сентября 2014 г.), Письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 г. «О направлении Методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разно уровневые)», Приложение к письму Департамента молодежной политики, воспитания и социальной поддержки детей Минобрнауки России от 11.12.2006 г. № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей», Устав учреждения.

Актуальность программы:

Актуальность программы обусловлена интересом к наноразмерным системам, то есть системам, один из компонентов которых имеет размер, лежащий в диапазоне 1...100 нм хотя бы по одному из измерений, 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.

Направление федеральной политики в сфере детских технопарков «Кванториум» - ускоренное техническое развитие детей и реализация научно-технического потенциала российской молодежи. Практика показывает, что чем раньше личность определяется в выборе своей будущей профессии, тем больше вероятность, что из этой личности вырастет высококлассный специалист. Поэтому очень важно привлечь внимание молодого поколения к профессиям естественнонаучного и технического сектора.

Отличительные особенности программы:

Программа «Наноквантум (7-10)» подразумевает развитие у обучающихся познавательных интересов в области химии, 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 многолетних научно-технических достижений в области наук о Земле и современных технологий и устройств, их дополняющих и открывающих новые перспективы в исследованиях.

Программа построена на оптимальном сочетании лекционного и практического материалов, направленном на максимизацию проектно-изыскательской 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.

Целью программы является введение в область современного материаловедения и нано технологий через проектно-исследовательскую деятельность учащихся.

Задачи:

1. Образовательные:

- познакомить с терминологией и основными понятиями в области нанотехнологий;
- освоить основные метод получения наноматериалов и наноструктур;
- формировать представления у обучающихся о перспективах развития методов получения наноматериалов и наноструктур;

- формировать умения применять теоретические знания на практике;
- формировать системные знания о физических основах, инструментальных принципах и диагностических возможностях методов современной нано диагностики;

- выработать у обучающихся навыки командной работы и публичных выступлений, докладов.

2. Развивающие:

- развивать интерес к современному естествознанию и новейшим технологиям;
- развивать у обучающихся память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление.
- развивать навыки научно-исследовательской и проектной деятельности;
- стимулировать познавательную активность и творческую инициативу обучающихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности.

3. Воспитательные:

- воспитывать организационно-волевые качества личности, такие как организованность, дисциплинированность, самостоятельность и ответственность;
- воспитывать умения работать в мини-группе, культуры общения и ведения диалога;
- воспитывать навыки обращения со сложным высокотехнологичным оборудованием, а также другим имуществом технопарка.

Адресат программы:

Программа рассчитана для детей от 7 до 10 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 144 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»)
 - дискуссионные (дебаты, дискуссии, круглый стол) и пр.

Срок освоения программы:

Программа рассчитана на 36 учебные недели в течении одного года.

Режим занятий:

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа.

Планируемые результаты освоения программы:

Организация внеурочной деятельности по данной программе создаст условия для достижения следующих личностных, метапредметных и предметных результатов.

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:

- умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели, схемы для решения учебных и познавательных задач;
- умение выполнять опыты;
- умение работать с увеличительными приборами;
- умение оформлять научную и проектные работы;
- умение работать в команде;
- визуализация;
- анализ и синтез информации по теме проекта.

SoftSkills:

- умение слушать;

- убеждение и аргументация;
- проведение презентаций;
- публичные выступления;
- командная работа;
- планирование;
- системное мышление;
- структурное мышление;
- логическое мышление;
- пунктуальность;
- креативность;
- гибкость;
- поиск и анализ информации.

В результате освоения программы, обучающиеся должны знать:

- терминологию и основные понятия, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями;
- основные методы получения наноматериалов и наноструктур;
- перспективы развития методов 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, являющегося одним из базовых методов современной нанодиагностики.

Уметь:

- пользоваться лабораторным оборудованием: микроскопы оптический и инвертированный, рентгенофлуоресцентный анализатор, весы лабораторные, аналитические, прецизионные; спектрофотометр, центрифуга, магнитная мешалка, сканирующий зондовый микроскоп, технологическая установка изготовления наноигл;

- пользоваться вспомогательным оборудованием: диспергатор, дистиллятор, ультразвуковая мойка, водяная баня, сушильный шкаф, рефрактометр и т.п., простыми измерительными приборами (цифровой мультиметр, рН метр и т.п.), набором лабораторной посуды, общелабораторными принадлежностями и реактивами.

- работать с персональным компьютером (ноутбук) с выходом в сеть Интернет на уровне пользователя, знать основные программы (MS Word, MS PowerPoint, браузеры).

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 всех практических задач, решение кейсов, выполнение самостоятельных заданий, защита собственного реализованного проекта.

Предполагается, что, для улучшения коммуникативных навыков и навыков презентации проекта, обучающийся должен записать также краткую видео презентацию собственного проекта для ее предоставления на общественное обсуждение всем желающим.

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 ребенка проявлять приобретенные знания на викторинах, в беседах, в личном контакте с педагогом и товарищами; зачет по проверочным работам в течение года; умение работать с программами,	Диагностическое исследование знаний, умений, навыков; организация и участие в мероприятиях.	- Игровые технологии - Технология коллективной творческой деятельности - практические занятия	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 действительного продвижения в учении. Задания для создания условий, позволяющих каждому ученику оценить свое положение и обдумать возможности его улучшения. Задания для формирования мыслительных действий и операций; обучения предметным действиям и навыкам не только на практическом, но и по возможности, на теоретическом уровне.
	<u>Метапредметные:</u> умение осуществлять информационный поиск для выполнения учебных задач				
	<u>Личностные:</u> развитие интереса к познанию мира природы				

1.3 Учебный (тематический) план дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Наноквантум».

№	Название раздела, темы	Количество часов			Формы организации занятий	Формы аттестации (контроля)
		Всего	Теория	Практика		
1.	Модуль 1. Введение в нанотехнологии					
1.1.	Знакомство группы	2	2		Игра, Лекция	Самопрезентация
1.2.	Введение в нанотехнологии	12	8	4	Кейс 1	Решение кейса
1.3	Законы физики и химии в микромире	20	14	6	Кейс 2	Решение кейса
1.4	Нано, микро и макро – уровни организации материи	26	16	10	Кейс 3	Решение кейса
1.5	Элементы, применяемые в нанотехнологиях	30	16	14	Кейс 4	Решение кейса
1.6	Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов	24	10	14	Кейс 5	Решение кейса
1.7	Основные методы нанодиагностики материалов	30	14	16	Кейс 6	Решение кейса
	Итого часов по модулю	144	80	64		

1.4 Содержание программы.

Стартовый уровень: Модуль 1 «Введение в нанотехнологии» (144 часа)

Знакомство группы (2 часа)

Знакомство. Инструктаж по технике безопасности в детском технопарке Кванториум

Введение в нанотехнологии (12 часов).

Что такое нанотехнологии, шкала масштабов, понятийные представления о микромире и наномире, представления о строении атома, основные сведения о размерных эффектах – изменения свойств вещества в состоянии наночастиц, включая физические, химические, механические, биологические характеристики, примеры «классических» и необычных нанобъектов, нанотехнологий вокруг нас, природных объектов. История возникновения и развития нанонауки. Природные нанобъекты и наноэффекты. Нанотехнологии в медицине. Нанотехнологии в сельском хозяйстве и промышленности. Нанотехнологии в пищевой промышленности. Нанотехнологии в электронике, искусстве. Нанотехнологии в военном деле. «Умный дом»- компьютеры будущего. Техногенные и строительные наноматериалы

Законы физики и химии в микромире (20 часов).

Отличие методов изучения микромира и макромира, физический смысл постоянной Планка. Ионизация, примерный размер атомного ядра, состав атомного ядра. Энергии в квантовой системе, квантовая система. Эксперимент, положивший начало современному представлению о структуре атома, примерный размер атома, причина излучения атомами фотонов. Квантовые явления. Частицы в составе атомного ядра.

Три группы фундаментальных частиц, типы кварков, протон и нейтрон, нейтрино, типы фундаментальных взаимодействий.

Нано, микро и макро – уровни организации материи (26 часов)

Микромир, макромир, мегамир. Кластеры, нанотрубки, фуллерены, свойства, функции. Структурные уровни микромира. Вакуум. Элементарные частицы. Атомы. Молекулы. Микротела. Структурные уровни организации материи в мегамире 1) космические тела, 2) планеты и планетные системы; 3) Звездные скопления 4) Галактики. Квазары, ядра галактик 5) Группы галактик 6) Сверхскопления

галактик 7) Метагалактика 8) Вселенная. Фотоэффект. Сверхтекучесть. Сверхпроводимость. Линейчатые спектры туманностей, запутанность, сцепленность. Ферромагнетизм. Квантовое испарение чёрных дыр

Элементы, применяемые в нанотехнологиях (30 часов).

Si, C, Ge, полупроводниковыми соединениями, состоящими из элементов III и V групп, например Ga-As, или II, VI групп, например Cd-S (римские цифры относятся к столбцам Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, называемых группами).

Дисперсные и массивные материалы, содержащие структурные элементы (зерна, кристаллиты, блоки, кластеры и другие), технологии, обеспечивающие возможность контролируемым образом создавать и модифицировать наноматериалы, а также осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба. Молекула. Вирусы. Бактерии. Аминокислота. Белки

Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов (24 часа).

Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов. Плазменное напыление: плазменное, анодное, магнетронное и т.д. в зависимости от способа создания газовой среды, осаждаемой на подложку или уносимую из зоны реакции, например, газовым потоком. Ионно-лучевая эпитаксия. Газофазное компактирование. Методы лазерного испарения. Контролируемая кристаллизация. Диспергирование и измельчение. Пластическая деформация

Основные методы нанодиагностики материалов (30 часов).

Основы сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии; Техника сканирующей зондовой микроскопии. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующие элементы (сканеры) зондовых микроскопов. Устройства для прецизионных перемещений зонда и образца. Защита зондовых микроскопов от внешних воздействий. Формирование и обработка СЗМ изображений. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Зонды БОМ на основе оптического волокна. Конфигурации БОМ

Представление результатов работы (4 часа).

Оформление текста и презентаций проектов. Выступление.

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 13 (в том числе 1 преподавательский) рабочих мест.

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:

- оптические микроскопы: металлографический и инвертированный;
- сканирующий зондовый микроскоп «NanoTutor»;
- тест-решетки для метрологических целей;
- технологическая установка для изготовления наноигл «Etchenger»;
- ультразвуковой генератор;
- компьютерный класс;
- видеопроектор;
- ноутбук;
- экран;
- фломастеры;
- компьютерный класс;
- компьютерные средства для тестирования.

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.

Примерные вопросы для устного опроса по итогам освоения модулей

Тест №1

1. Что означает слово «нано»?

- одну девятую часть
- одну сотую часть
- одну миллиардную часть

5. Какими инструментами пользуются нанотехнологи?

- оптическим микроскопом
- зондовым микроскопом
- пилой и топором

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

19. Отображение данных избирателей для планирования кампании.

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.

2.4 Список рекомендуемой литературы.

Основная литература:

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007,- 416 с.
2. Деффейс К., Деффейс С. Удивительные наноструктуры под ред. Л.Н.Патрикеева - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
3. Дубровский В.Г. Теоретические особенности технологии полупроводниковых наноструктур, Санкт-Петербург 2006 - 347 с.
4. Зубков Ю.Н., Кадочкин А.С. [и др.] Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика». Учебное пособие для учащихся 10-11 кл. / под ред. В.В.Светухина и др.: С.-Петербург, 2012.

5. Светухин В.В., Разумовская И.В. и др. Введение в нанотехнологии. Модуль Физика. 10- 11 классы Учебное пособие. — Под ред. Б.М. Костишко, В.Н. Голованова. —Ульяновск: УлГУ, 2008 - 160 с.
6. Миронов В.Л. Мир физики и техники. Основы сканирующей зондовой микроскопии Москва: Техно, 2009
7. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии М.: Техносфера, 2006, – 336 с.
8. Сергеев Г.Б. Нанохимия - М.:Изд-во МГУ, 2007.
9. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов М.: КомКнига, 2006 – 592 с.
10. Третьяков Ю. Нанотехнологии. Азбука для всех / Сборник статей под редакцией Ю. Третьякова. – М.: Физматлит, 2007. – 368 с.
11. Учебно-методический комплекс под ред. О.Ф. Кабардина – «Архимед». Издательство «Просвещение»
12. Новые материалы. Колл. авторов под редакцией Ю.С. Карабасова. – МИСИС . – 2002 –736 с.

Дополнительная литература:

1. 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.
2. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов/Сонин А С. - М.: Наука, 1988
3. Мишкевич Г. Рабочая грань алмаза, ЛЕНИЗДАТ, 1982.
4. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.

Литература для обучающихся:

1. Методические рекомендации по выполнению всех лабораторных работ «Дневник юного исследователя» (Наноквантум. Линия 0. Рабочая тетрадь). – Липецк: ГОБОУ «Центр поддержки одаренных детей «Стратегия», 2017 г.
2. 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>