

**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 7-11»**

**Направленность:** естественнонаучная  
**Возраст учащихся:** 7-11 лет  
**Срок реализации:** 1 год

**Автор-составитель:**  
Халикова Диляра Азатовна,  
педагог дополнительного образования

**Альметьевск, 2020**

## Оглавление

Информационная карта программы .....	3
Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы. ....	4
1.1. Пояснительная записка. ....	4
1.2 Матрица дополнительной общеобразовательной программы.....	11
1.3. Учебный (тематический) план дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Наноквантум» .....	13
1.4. Содержание программы.....	14
Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий.....	16
2.1. Организационно-педагогические условия реализации программы. ....	16
2.2. Формы аттестации / контроля.....	17
2.3. Оценочные материалы. ....	17
2.4. Оценка результатов образовательной деятельности: .....	19
2.5. Список рекомендуемой литературы. ....	20

### Информационная карта программы

1.	<b>Образовательная организация</b>	МБОУДО «Детский технопарк «Кванториум»-Дом пионеров» г. Альметьевска РТ
2.	<b>Полное наименование программы</b>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Наноквантум 7-11»
3.	<b>Направленность программы</b>	Естественнонаучная
4.	<b>Сведения о разработчиках</b>	
4.1.	ФИО, должность	Халикова Диляра Азатовна, педагог дополнительного образования
5.	<b>Сведения о программе</b>	
5.1.	Срок реализации программы	1 год
5.2.	Возраст обучающихся	7-11
5.3.	Характеристика программы: - тип программы - вид программы - форма организации содержания и учебного процесса	дополнительная общеобразовательная программа общеразвивающая разноуровневая модульная
5.4.	Цель программы	Введение в область современного материаловедения и нанотехнологий
5.5.	Образовательные модули	Стартовый: приобретение новых знаний, опыта решения задач по различным направлениям. Базовый: приобретении опыта самостоятельного поиска информации, систематизации и оформлении интересующей информации
6.	<b>Формы и методы образовательной деятельности</b>	Форма организации учебных занятий: - беседа; - мозговой штурм; - игра; - 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.	<b>Формы мониторинга результативности</b>	Тестирование, выполнение кейсов, успешное выполнение всех практических задач и последующий переход к реализации собственного проекта,
8.	<b>Результативность реализации программы</b>	Ориентир в терминологии и основных понятиях в области нанотехнологий, понимание физической основы, навык работы и практикум в инструментальных и диагностических возможностях лабораторного оборудования. В дальнейшем, защита проектов, участие в конкурсах
9.	<b>Дата утверждения и последней корректировки программы</b>	19.08.2019г. 31.08.2020г.
10.	<b>Рецензенты</b>	

## Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы.

### 1.1. Пояснительная записка.

#### *Направленность программы:*

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Наноквантум 7-11» 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 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 7-11» 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 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-исследовательской 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 нанотехнологий через исследовательскую деятельность учащихся.

**Задачи:**

1. Обучающие:

- 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 11 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, реализация проектов. Для улучшения коммуникативных навыков и навыков презентации проекта, обучающийся должен сформировать и оформить общий отчет об изученных и проделанных работах.

1.2 Матрица дополнительной общеобразовательной программы.

Уровни	Критерии	Формы и методы диагностики	Методы и педагогические технологии	Результаты	Методическая копилка дифференцированных заданий
<b>Стартовый</b>	<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 обучающихся на базовый уровень.	Задания для создания положительной мотивации через практическую направленность обучения, связи с жизнью, ориентир на успех, регистрации 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 на практическом, 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				
<b>Базовый</b>	<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	Поиск новых знаний. Задания с частично – поисковым характером.
	<u>Метапредметные:</u> освоение норм и правил социокультурного взаимодействия со				

	<p>взрослыми и сверстниками в сообществах разного типа (класс, школа, семья и др.)</p>			<p>информации, ценностного отношения к природе и окружающему миру.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Освоение образовательной программы.</li> <li>- Участие в муниципальных и региональных мероприятиях не менее 50% обучающихся.</li> <li>- Включение в число победителей и призеров мероприятий не менее 10% обучающихся.</li> <li>- Переход на продвинутый уровень не менее 25% обучающихся.</li> </ul>	
	<p><u>Личностные:</u> осознание потребности к осуществлению осознание места и роли человека в биосфере</p>				

1.3. Учебный (тематический) план дополнительной общеобразовательной  
общеразвивающей программы «Наноквантум 7-11»

№	Название раздела, темы	Количество часов			Формы организации занятий	Формы аттестации (контроля)
		Всего	Теория	Практика		
1.	Модуль 1. Вводный					
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 1	Решение кейса
1.4	Нано, микро и макро – уровни организации материи	26	16	10	Кейс 2	Решение кейса
1.5	Элементы, применяемые в нанотехнологиях	10	6	4	Кейс 3	Решение кейса
	Подведение итогов	2	2			Решение кроссворда
2	Модуль 2. Базовый					
1.5	Молекулярная, квантовая физика	20	10	10	Кейс 3, Кейс 4	Решение кейса
1.6	Основные методы и технологии производства наноструктурированных материалов	24	10	14	Кейс 4	Решение кейса
1.7	Основные методы нанодиагностики материалов	26	12	14	Кейс 4	Викторина. Решение кейса
	Подведение итогов	2		2	Кейс 4	Оформление общего отчета о проделанных работах в двух модулях
	<b>Итого часов по модулю</b>	<b>144</b>	<b>80</b>	<b>64</b>		

#### 1.4. Содержание программы

##### **Модуль 1 «Вводный уровень» (72 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 нанообъектов, нанотехнологий вокруг нас, природных объектов. История возникновения и развития наноауки. Природные нанообъекты 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 (10 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).

*Подведение итогов (2 часа).*

Решение кроссворда.

## **Модуль 2 «Базовый уровень» (72 часа)**

*Молекулярная, квантовая физика (20 часов).*

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 (28 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

*Подведение итогов (2 часа).*

Выполнение тестов, оформление общего отчета о проделанных работах в двух модулях.

## 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.

Выполнение тестов, решение кейсов- оформление общего отчета о проделанных работах в модулях.

*Примерные вопросы для устного 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. 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. Суздаев 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.
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>

### *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 длинную в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов/Сонин А С. - М.: Наука, 1988

3. Мишкеевич Г. Рабочая грань алмаза, ЛЕНИЗДАТ, 1982.

4. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.