

Государственное областное бюджетное образовательное учреждение  
«Центр поддержки одаренных детей»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ГОБОУ «Центр поддержки  
одаренных детей»

\_\_\_\_\_ Шуйкова И.А.

« » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Дополнительная общеобразовательная программа  
технической направленности  
“Наноквантум”  
Линия 2 (продвинутый уровень)**

Возраст обучающихся: 10-11 класс  
Срок реализации программы: 1 год

Авторы:  
д.ф.-м.н., доцент Филиппов В.В.,  
Заворотний А.А.

## Содержание

1. Основные характеристики программы	3
1.1. Цели освоения	3
1.2. Формирование компетенций	3
1.3. Актуальность программы	3
1.4. Новизна общеразвивающей образовательной программы	4
1.5. Основные задачи программы	4
1.6. Возраст учащихся, которым адресована программа	4
1.7. Формы занятий	4
2. Структура программы	5
2.1. Распределение часов по учебному плану	5
2.2. Объем программы и виды учебной работы	5
2.3. Содержание рабочей учебной программы на год обучения	6
2.4. Содержание программы	8
3. Оценочные средства	13
3.1. Планируемые результаты освоения программы	13
3.2. Способы и формы проверки результатов освоения программы	13
3.3. Контрольная работа	14
3.4. Итоговая работа	20
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы	20
5. Материально-техническое обеспечение	21
Приложение №1	23

## 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ

### 1.1. Цели освоения

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых знаний и навыков по таким направлениям, как: нанотехнологии и материаловедение твердотельных материалов и структур, основы микро- и наноэлектроники, технология и приборы современных нанотехнологий, а также привлечение молодых кадров, обладающих потенциальными возможностями, к обучению в высших учебных заведениях на инженерных специальностях.

Программа направлена на развитие в ребенке интереса к фундаментальным и инженерным наукам, проектной и конструкторской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

### 1.2. Формирование компетенций

Данная общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет естественнонаучную направленность. Предполагает дополнительное образование детей в области материаловедения и нанотехнологий.

Программа направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с микро- и наноматериалами.

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

### 1.3. Актуальность программы

В настоящее время в мире происходит технологическая революция, связанная с развитием и выходом на рынок нанотехнологий, т. е. переход к использованию наночастиц, размеры которых не превышают 100 нм. Это ведет нас в наномир - мир высокоэффективных технологий, «умных» материалов, новых приборов и лекарственных веществ, инновации в который могут дать новые знания, достижения во многих отраслях науки и промышленности.

Благодаря стремительному научному прогрессу нанотехнологии уже в ближайшие десятилетия окажут огромное влияние практически на все области деятельности человеческого общества. В целом ряде современных обзоров авторы излагают свое солидарное видение нанотехнологических проблем, отнюдь не претендующее на бесспорность и полноту, поскольку основано, главным образом, на исследованиях и разработках, близких членам авторского коллектива.

Под нанотехнологиями обычно понимают три направления исследований:

1. Сборка новых веществ, материалов и конструкций из индивидуализированных элементов нанометровых размеров.
2. Синтез новых материалов, основу которых составляют частицы с указанными размерами (примерно 1-100 нм).
3. Модификация известных веществ и конструкций с применением наноструктурных элементов.

На сегодняшний день с помощью нанотехнологий решаются следующие задачи:

- синтез новых твердых тел с необычными свойствами и сочетаниями свойств (в том числе сверхпрочных и в то же время эластичных металлов, волокон и тканей, пластмасс, гибридных пленок типа Ленгмюра-Блоджетт, самовосстанавливающихся материалов, новых высокотемпературных сверхпроводников и т. д.);
- создание новых веществ методами супрамолекулярной химии (в том числе новых систем доставки лекарственных препаратов, биосовместимых материалов и т. п.);
- создание искусственных вирусов для генной терапии;
- сборка наномашин (нанодвигателей, нанокomпьютеров, прецизионных наноманипуляторов и т. д.).

Образовательная программа «Наноквантума» позволяет не только обучить ребенка правильно понимать свойства наноматериалов, но и подготовить обучающихся к планированию и проектированию разноуровневых технических проектов и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в естественнонаучном и техническом творчестве.

#### **1.4. Новизна общеразвивающей образовательной программы**

Описываемая образовательная программа интересна тем, что интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в физике и химии наноструктур.

Занимаясь по данной программе, обучающиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы современного материаловедения в области нанотехнологий, принципы измерений основных свойств субмикронных структур.

#### **1.5. Основные задачи программы**

Основными задачами данной программы являются (компетенции, которые прививаются):

- Пробуждение интереса ребят к современному естествознанию и новейшим технологиям.
- Повышение качества образования и мотивации к целостному изучению предметов естественнонаучного цикла.
- Формирование у учащихся представлений о научном исследовании и опыта проектной деятельности.
- Деятельностная профориентация.

#### **1.6. Возраст учащихся, которым адресована программа**

Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся старшего школьного возраста 10-11 класс (16 - 18 лет).

#### **1.7. Формы занятий**

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает практическая часть.

При проведении занятий традиционно используются три формы работы:

- демонстрационная, когда обучающиеся слушают объяснения педагога и наблюдают за

демонстрационным экраном или экранами компьютеров на ученических рабочих местах;

- фронтальная, когда обучающиеся синхронно работают под управлением педагога;
- самостоятельная, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.

## 2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

### 2.1. Распределение часов по учебному плану

Год обучения	Класс	Кол-во недель	Объем учебной программы					Виды контроля	
			Всего	Лекции	П/р	Л/р	Промежут. контр.	Итоговая контрольная работа	Проектная работа. Защита
1	10-11	36	<b>216</b>	16	152	24	4	2	2

Данная образовательная программа изучается в течение двух учебных лет (78 недель), 6 часов в неделю. Школьники выполняют ряд практических занятий, проводится одна контрольная работа во время аудиторных занятий в каждом учебном году. По окончании года происходит защита проектной работы.

### 2.2. Объем программы и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов в году обучения
Аудиторные занятия всего, в том числе:	168
Лекции	16
Практические занятия	152
Самостоятельная работа всего, в том числе:	48
Лабораторные работы	24
Самостоятельная подготовка	12
Проектная работа	12
Виды текущего контроля успеваемости	4
Объем учебной программы	216

**2.3. Содержание рабочей учебной программы на год обучения  
(10-11 класс)**

Раздел	Наименование темы	Объем часов			Форма контроля
		Всего часов	В том числе		
			Теория	Практика	
1	2	3	4	5	6
<b>Блок 1</b>	<b>Введение в физику наноструктур Лекционный блок</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>Опрос, тестирование</b>
	Электромагнитные колебания и волны. Физические основы электро- и радиотехники	1	1		
	Законы геометрической и волновой оптики. Оптические приборы. Элементы СТО	1	1		
	Световые кванты. Фотоэлектрический эффект и его виды. Гипотеза Планка. Постулаты Бора	1	1		
	Волновые свойства частиц вещества. Законы квантовой механики. Принцип Паули. Спин электрона. Туннелирование. Многоэлектронные атомы. Принципы работы лазеров	1	1		
	Физика атомного ядра. Элементарные частицы. Законы сохранения в микромире	1	1		
<b>Блок 2</b>	<b>Нанотехнологии в современном мире. Лекционный блок</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>Опрос, тестирование</b>
	Квантовые эффекты в нанотехнологиях	2	2		
	Классификация наноматериалов. Технологии получения наноматериалов. Самоорганизация и самосборка	1	1		
	Инструменты нанотехнологий. Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Зондовая нанолитография	1	1		
	Нанокластеры. Квантовые пленки, нити и точки.	1	1		
	Углеродные наноструктуры	2	2		
	Фотонные кристаллы – оптические сверхрешетки	1	1		
	Наноэлектроника и МЭМС. Задачи и перспективы развития нанотехнологий	1	1		

	Методы структурных исследований веществ	2	2		Опрос, тест
<b>Блок 3</b>	<b>Практические основы нанотехнологий. Процессы и явления в материалах.</b>	<b>30</b>		<b>30</b>	<b>Практич. работа</b>
	Электропроводящие свойства графитовых гирфелей	6		6	
	Цеолиты – кипящие камни	4		4	
	Фотохромные материалы	6		6	
	Адсорбционные явления	6		6	
	Гамма цветов растительных пигментов	6		6	
	Обобщающее занятие	2		2	Самост. работа, 2 часа
<b>Блок 4</b>	<b>Свойства и структура материалов.</b>	<b>30</b>		<b>30</b>	<b>Практич. работа</b>
	Законы осмоса (часть 2)	6		6	
	Штормгласс (часть 2)	6		6	
	Многообразие коллоидных систем	6		6	
	Изоморфизм в кристаллах	4		4	
	Полимерные гидрогели и их сорбционные свойства	6		6	
	Обобщение знаний	2		2	Самост. работа, 2 часа
<b>Блок 5</b>	<b>Принципы, методы и методики измерений физико-химических свойств материалов</b>	<b>26</b>		<b>26</b>	<b>Практическая работа</b>
	Знакомство с оптической микроскопией	6		6	
	Знакомство с металлографическим микроскопом	4		4	
	Знакомство со спектрофотометрией	6		6	
	Знакомство с рефрактометрией	6		6	
	Методы обработки результатов измерений (часть 2)	2		2	
	Обобщающее занятие	2		2	Самост. работа, 2 часа
<b>Блок 6</b>	<b>Нанолаб-Стрим</b>	<b>54</b>		<b>54</b>	<b>Практическая работа</b>

	Подготовка нанообразцов на различных приборах к последующему их исследованию	16		16	
	Введение в СЗМ (измерение на кремниевой головке)	20		20	
	Получение и исследование структуры и свойств материалов пиролитическим газовым реактором	12		12	
	Обобщающее занятие	6		6	Самост. работа, 2 часа
<b>Блок 7</b>	<b>Работа в группах над научным проектом.</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>26</b>	<b>Практическая работа</b>
	Создания научной проектной работы.	2	2		Самост. работа, 4 часа
	Работа в подгруппах над инженерным проектом «Нанотехнологии в науке и технике».	20		20	Самост. работа, 16 часов
	Подготовка презентации проектной работы.	2		2	Самост. работа, 6 часа
	<b><u>Итоговый контроль</u></b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>Защита проекта</b>
	Презентация и защита научного проекта	2		2	
	<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>28</b>	<b>152</b>	<b>36</b>

#### 2.4. Содержание программы

№ п/п	Наименование темы	Содержание обучения
1	2	3
<b>Блок 1.</b>	<b>Введение в общую физику и физику наноструктур</b>	<p>Основные силы в механике. Закон всемирного тяготения. Силы сухого и вязкого трения. Силы упругости. Законы сохранения импульса и энергии. Колебательные процессы в механике.</p> <p>Строение газов, жидкостей и твердых тел. Свойства поверхностей твердых тел и жидкостей. Внутренняя энергия. Основные законы термодинамики.</p> <p>Закон Кулона. Электрическое поле. Теорема Гаусса. Потенциал электрического поля.</p> <p>Закон Ома. Законы Кирхгофа. Электрический ток в металлах, электролитах, газах и вакууме. Полупроводники. Транзисторы.</p>



		<p>Магнитное поле в веществе. Магнитное поле тока. Электроизмерительные приборы. Индукция магнитного поля. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Магнитная запись информации. Электромагнитные колебания. Переменный ток. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Скорость электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн. Поляризация волн. Эффект Доплера. Принципы радиосвязи и телевидения. Законы геометрической и волновой оптики. Голография.</p> <p>Элементы специальной теории относительности. Гипотеза Планка о квантах. Фотоэлектрический эффект. Фотон. Химическое действие света. Световое давление. Корпускулярно – волновой дуализм. Строение атома. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора. Волновые свойства частиц вещества. Соотношение неопределенностей. Элементы квантовой механики. Спин электрона. Принцип Паули. Лазер. Элементарные частицы и античастицы. Понятие о квазичастицах вещества. Фундаментальные взаимодействия.</p>
<b>Блок 2.</b>	<b>Введение в нанотехнологии.</b>	<p>Нано, микро и макро - уровни в организации материи</p> <p>Методы и способы получения материалов</p> <p>Поверхностные и объемные атомы. Путь в мир нано</p> <p>Можно ли увидеть атом? История развития нанотехнологий</p> <p>Кристаллические и аморфные тела. Что такое метастабильные состояния</p> <p>Аллотропные формы углерода и их свойства</p> <p>Методы структурных исследований веществ</p> <p>Методы структурных исследований веществ</p> <p>Наноматериалы и нанотехнологии вокруг нас. Задачи и перспективы развития</p> <p>Квантовые эффекты в нанотехнологиях.</p> <p>Инструменты нанотехнологии. Наноструктуры.</p> <p>Нанoeлектроника. Микроэлектромеханические структуры.</p>
<b>Блок 3.</b>	<b>Практические основы нанотехнологий. Процессы и явления в материалах.</b>	<p>Изучение кристаллогидратов и быстрой кристаллизации из переохлажденных растворов.</p> <p>Знакомство со структурными перестройками, фазовыми переходами, свойствами жидкостей и твердых тел. Изучение возможностей управления фазовыми переходами.</p> <p>Термохромизм представляет собой явление изменения окраски (цветовых оттенков, яркости,</p>

		<p>интенсивности) материала при воздействии температуры. Обратимые и необратимые изменения цвета при изменении температуры в ходе химических превращений могут быть связаны с различными процессами, с некоторыми из них предстоит познакомиться в этой работе. Наиболее перспективны и интересны обратимые термохромные системы. Подобные термохромные вещества сегодня относят к обширному классу «smart or intelligent materials» - «умных материалов» сильно реагирующих на изменения окружающей среды. В работе предстоит познакомиться с обратимыми изменениями цвета при изменении температуры в ходе физических превращений в минералах и жидких кристаллах в термохромных пигментах.</p> <p>Неньютоновской жидкости и опыты с ними отлично убеждают о многообразии межмолекулярных взаимодействий. Неньютоновская жидкость является полнейшей противоположностью таких привычных как вода или масло. Если воздействовать на неньютоновскую жидкость механическими усилиями она начнет вести себя как твердое тело. Это приводит к массе необычных эффектов и последствий. Идеи по технологическому использованию неньютоновских жидкостей сегодня активно появляются, но далеко не все реализовано и ясно, поэтому простор для изобретателей открыт.</p> <p>Композиты в современном мире занимают важное место, их можно встретить практически везде. Сочетание различных компонентов в композите позволяют изменять некоторые его свойства в широких пределах и управлять этим процессом простым изменением пропорций. На основе графита существует множество композитов, самый простой из них, хорошо известен каждому - грифель карандаша. В работе предлагается поближе познакомиться со свойствами графита и исследовать электрофизические свойства графитовых грифелей. Изучить основные компоненты грифелей карандашей, узнать от чего зависит различная твердость карандашей. Исследовать электропроводность графитовых стержней разной твердости, и выяснить характер зависимости этого свойства от состава грифелей.</p> <p>Знакомство с уникальными материалами, обладающими памятью формы и циклом обратимых изменений. Эффект памяти формы в сплаве Нитинол</p>
--	--	---

		<p>наиболее значителен. Материал удобен в обработке, устойчив к коррозии, диапазон температур возврата можно регулировать, вводя в сплав различные примеси. Причины такого поведения кроются в структуре кристаллической решетке материала и фазовых переходах, и могут быть на качественном уровне восприняты учащимися. Ряд опытов с нитиноловыми пружинами позволит изучить данный материал, рассчитать его КПД, предложить собственные идеи его применения и сравнить свойства нитинола и полимерного композита с памятью формы.</p>
<p><b>Блок 4.</b></p>	<p><b>Свойства и структура материалов</b></p>	<p>Фотохимия наука о превращениях веществ под действием электромагнитного излучения: ближнего ультрафиолетового (100-380 нм), видимого (380-780 нм) и ближнего инфракрасного (0,78 - 1,5 мкм). Фотография представляет собою один из чрезвычайно ярких примеров превращения теории в отрасль техники. В первой части работы предлагается проведение классических опытов, связанных с действием света на фотографическую пластинку и изучение ее составов. Новые материалы на основе фотохимических реакций представляют значительный интерес для самых различных областей человеческой деятельности. Материалы, реагирующие на ультрафиолет, покрытия-хамелеоны и многие другие которые сегодня активно исследуются. Фотохимические реакции, которые относятся как к области химии, так и физики являются одним из тех взаимодействия света и вещества, в которых отчетливо проявляются квантовые свойства света.</p> <p>Получение растительных красителей разных цветов из растений и знакомство с их строением и составом. Растительные пигменты достаточно крупные и способны поглощать свет определенной длины волны. Знакомство с группами пигментов и возможностями изменения цвета при изменении кислотности среды, температуры, при взаимодействии с различными веществами. Познакомиться на практике с растительными пигментами, научиться выделять их и анализировать, провести ряд увлекательных опытов предстоит в данной работе.</p> <p>Изучение явления осмоса, электроосмоса и его многочисленных приложений. Осмос играет большую роль в живых и неживых системах, на этом принципе основаны многие технические решения, методы</p>

		<p>разделения веществ, например, электрофорез.</p> <p>Времена, когда штормглас был настоящим прибором для предсказания меняющихся погодных условий давно прошли, забыто и искусство его изготовления. Известно, что его использовали европейские мореплаватели более четырёх веков назад. В дальнейшем, прибор, однако, не получил должного распространения из-за своего неустойчивого поведения. Действительно ли это работающий прибор или его точность недостаточна для ориентации на изменения погодных условий и каких именно? В работе предлагается найти свой ответ на эти вопросы, проверить работоспособность одного из вариантов изготовления и попробовать различные пропорции компонент.</p> <p>Цеолиты — природные и искусственные алюмосиликаты, содержащие в своем составе оксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Цеолиты при нагревании вспучиваются, теряя воду и выделяя большое количество пара. В 1758 году на это свойство обратил внимание шведский минералог А.Ф.Кронштедт, который и предложил назвать их цеолитами, что в переводе с греческого - "кипящий камень". С тех пор их активно изучают. Сейчас известно около 50 природных и около 600 синтетических видов. Совокупность каналов и полостей создает потрясающую разветвленную систему пор, полная площадь поверхности которых составляет сотни квадратных метров на 1 грамм вещества. Благодаря однородности и малым размерам пор (от 0,26 нм до 0,7 нм) далеко не все вещества могут в них проникнуть, и поэтому эти материалы стали называть молекулярными ситами. Исследованию характера сорбции и десорбции в цеолитах, их строению и изучению термических эффектов посвящена эта работа</p>
<p><b>Блок 5.</b></p>	<p><b>Принципы, методы и методики измерений физико-химических свойств материалов</b></p>	<p>Изучение устройства и проведение наблюдений с помощью прямого и инвертированного микроскопов. Обработка фотоизображений.</p> <p>Изучение работы рН-метра, понятие буферного раствора, измерение водородного показателя в разных средах</p> <p>Устройство спектрофотометра. Проведение измерений и расчетов.</p> <p>Устройство рефрактометра, физические принципы и измерения</p> <p>Знакомство с погрешностями и методиками</p>

		обработки результатов измерений.
<b>Блок 6.</b>	<b>Нанолаб-стрим</b>	Введение в методики СЗМ. Развитие навыков работы на примере нескольких интересных и познавательных систем. Изучение основ хроматографии и возможностей бумажной хроматографии. Изучение методов получения коллоидов и эффектов светорассеяния в них Введение в теорию изоморфизма, историю кристаллографии и изучение изоморфных замещений некоторых металлов или групп атомов в кристаллогидратах Введение в теорию сорбционных процессов и изучение сорбции гидрогелями и углеродными материалами.
<b>Блок 7.</b>	<b>Работа в группах над научным проектом.</b>	Практическая реализация приобретенных знаний и навыков. Основы написания научной работы (проекта). Виды научных работ. Правила подготовки и защиты работ.

### 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

#### 3.1. Планируемые результаты освоения программы

После прослушивания лекций и выполнения практических работ учащийся должен иметь представления об основных введенных понятиях, задачах современного естествознания, особенностях получения и изучения микро- и наноструктур, а также о современном уровне и перспективах развития технологий.

По итогам обучения должно сформироваться представление о способе проведения научного исследования, актуальных задачах, самоопределение с областью дальнейшей проектно-исследовательской деятельности, а также должны быть сформированы следующие навыки: умение выбрать объект исследования, формулировать рабочую гипотезу, проверить ее и оценить достоверность полученных результатов. Уровень сформированности и освоенности навыков выявляется в ходе защит учебных исследовательских работ.

#### 3.2. Способы и формы проверки результатов освоения программы

Виды контроля:

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

Формы проверки результатов:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;

- индивидуальные и коллективные научные и технические проекты.

Формы подведения итогов:

- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV);
- практические работы по сборке и ремонту квадрокоптеров;
- творческое задания (подготовка проектов и его презентация)

### 3.3. Контрольная работа

Контроль знаний и умений учащихся подразделяется на текущий и итоговый. Он дает возможность преподавателю совершенствовать учебный процесс. Проверая знания учащихся, педагог оценивает их. Оценка должна быть объективной, справедливой и понятной ученику. Оценка имеет функцию поощрения и порицания, является средством воспитательного воздействия. Результатом оценки знаний и умений учащихся является отметка, выставленная в журнал. Ее ставят за фактические знания и умения, предусмотренные учебной программой. Проверка знаний учащихся осуществляется путем устного опроса и текущих или итоговых письменных контрольных работ (контрольных заданий, тестов, задач, кроссвордов). Проверка умений учащихся проводится в виде практической работы над итоговым исследовательским проектом.

С целью оперативного и объективного контроля знаний были разработаны графические тесты по различным разделам и темам программы «Знакомство с нанотехнологией».

Тесты составлены на бумажных и электронных носителях (компьютерная версия). В предлагаемых блоках тестов учащиеся должны выбрать правильный ответ: на бланках обвести кружочком, а на мониторах компьютеров нажать курсором кнопку правильного ответа. В компьютерной версии тестирования составлена программа, которая по результатам ответов учащихся оперативно выводит на монитор результирующую оценку по знаниям данного раздела. В таблице 1 приводится соответствие процента правильных ответов в тесте выставяемой оценке.

Процент правильных ответов	Оценка
до 50%	неудовлетворительно
до 70%	удовлетворительно
до 90%	хорошо
свыше 90%	отлично

Для контроля знаний были выбраны тесты, так как их легко можно дифференцировать по степени сложности.

#### Тест №1

**Что означает слово «нано»?**

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

**Какими инструментами пользуются нанотехнологи?**

- оптическим

микроскопом

- зондовым микроскопом
- пилой и топором

**Наночастицы имеют размер:**

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

**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

**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

**Наношприц сделан на основе:**

- нанотрубки
- фуллерена
- молекулы искусственного белка

**Как называется устройство для сборки наномеханизмов?**

- дизассемблер
- ассемблер
- икосаэдр

**Какие ученые занимаются изучением и созданием наноматериалов?**

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

## Тест №2

**Фуллерен состоит из атомов:**

- кислорода
- водорода
- углерода

**Фуллерены и углеродные нанотрубки получают из:**

- графита
- алмаза
- бумаги

**Молекула фуллерена C<sub>60</sub> похожа:**

- на футбольный мяч
- на спираль
- на дерево

**При какой температуре образуются фуллерены и нанотрубки?**

- при низкой температуре
- при комнатной температуре
- при высокой температуре

**Толщина однослойной**

**Наночастицы какого металла**

**углеродной нанотрубки:**

- миллион атомов углерода
- сто атомов углерода
- один атом углерода

**Углеродная нанотрубка:**

- втягивает в себя жидкости и газы
- выталкивает из себя жидкости и газ
- никак не реагирует на жидкости и газы

**Из одной единственной нанотрубки можно сделать:**

- телевизор
- радио
- телефон

**Кластер с числом атомов 13, 55, 147, 309, 561, 923, 1415 и т.д. называется:**

- волшебным
- чудесным
- магическим

**эффективно борются с бактериями и вирусами?**

- железа
- серебра
- алюминия

**Как называют покрытия из наночастиц диоксида кремния?**

- самозагрязняющимися
- самообучающимися
- самоочищающимися

**Как называется металл, который сам себя защищает от высокой температуры?**

- потеющий металл
- мерзнущий металл
- защищенный металл

**Тест №3**

**Микросхемы создают, формируя рельеф:**

- на золотой пластине
- на кремниевой пластине
- на деревянной пластине

**Сколько наноавтомобилей помещается на стоянке площадью в один квадратный миллиметр?**

- пять
- тысяча
- десять миллиардов

**Слово «сенсор» означает:**

- датчик
- проигрыватель

**Сколько молекул пахучего вещества должен обнаруживать электронный нос?**

- сто
- десять
- одну

**Электронный нос — это:**

- сложное громоздкое устройство
- чип с наносенсорами площадью около двух квадратных миллиметров
- воздушный шарик

**Газоанализатор в аэропорту определяет по запаху:**

- не провозит ли пассажир



- записывающее устройство

#### **Сенсоры:**

- реагируют на изменения окружающей среды, имитируя органы чувств человека и животных
- изменяют окружающую среду
- предотвращают изменения окружающей среды

#### **Умная одежда в будущем:**

- будет думать за человека
- будет следить за самочувствием человека
- будет писать стихи

#### **Умная пыль:**

- следит за изменениями среды вокруг себя и сообщает об этом человеку
- загрязняет окружающую среду, собираясь в самом чистом месте
- очищает окружающую среду, собирая обычную пыль

взрывчатку или наркотики

- что пассажир ел на завтрак
- когда пассажир в последний раз принимал душ

#### **Электронный язык:**

- определяет сладкий вкус
- определяет кислый вкус
- определяет сочетания сладкого, кислого, горького и соленого, как язык человека

#### **Наноэлектроника занимается созданием интегральных схем с размерами:**

- менее ста нанометров
- менее десяти тысяч нанометров
- менее миллиметра

### **Тест №4**

#### **1. С помощью нанобиотехнологии можно создавать лекарства:**

- специально для каждого человека, учитывая особенности его организма
- одно лекарство от всех болезней для всех людей
- в эпоху нанотехнологии лекарства людям будут не нужны

#### **2. Медицинские нанороботы будут:**

- разбирать больной орган человека на отдельные клетки, удалять больные клетки, а потом собирать орган
- лечить больные клетки человека, двигаясь по его кровеносным сосудам
- заменят людей-врачей и будут вести прием в поликлинике

#### **3. В микроскоп видно, что поверхность листьев лотоса:**

- абсолютно гладкая
- покрыта ровными бороздками
- сплошь покрыта выпуклыми бугорками

#### **4. Со стекла с «эффектом лотоса»:**

- скатываются капли воды, а грязь задерживается
- скатываются и капли воды, и частицы любой грязи
- скатываются частицы грязи, а вода задерживается

#### **5. Лапки геккона покрыты:**

- миллионами волосков, расщепленных на миллиарды нановолокон
- сотнями крошечных шишечек
- ничем не покрыты, совершенно гладкие

#### **6. «Geckel» — это материал, в котором:**

- клей геккона соединен со способом передвижения мидий
- клей мидий соединен со способом передвижения геккона
- это новый сорт мороженого

#### **7. Биокomпьютер состоит:**

- из живых клеток
- из муравьев
- из цветов

#### **8. Чему можно научить «программируемые» бактерии:**

- танцевать
- сообщать о вторжении в человеческий организм вирусов и болезнетворных бактерий
- играть в нанофутбол

#### **9. Что скрывается под словом «нанобиореактор»:**

- растение
- дельфин
- бактерия или вирус

#### **10. В клетках дрожжевых бактерий можно вырастить микрокристаллины кадмия и лантана размером:**

- 2 нанометра
- 2 микрометра
- 2 миллиметра

#### **11. Как можно использовать в нанотехнологиях вирус табачной мозаики?**

- в качестве наномозаики
- в качестве наноконтейнера и наноэлектрода
- в качестве наноклея

### **Ответы на тесты и головоломки**

#### **ВВЕДЕНИЕ: Тест № 1**

1. «Нано» означает одну миллиардную часть
2. Наночастицы имеют размер от одного до ста нанометров
3. Способ получения наночастиц «сверху вниз» состоит в том, что исходный материал измельчают до тех пор, пока его частицы не станут наноразмерными
4. Способ получения наночастиц «снизу вверх» состоит в том, что наночастицы получают, объединяя отдельные атомы
5. Нанотехнологи пользуются зондовым микроскопом
6. Наношприц сделан на основе нанотрубки
7. Устройство для сборки наномеханизмов называется ассемблер
8. Изучением и созданием наноматериалов занимаются физики, химики, биологи и специалисты по компьютерным наукам

## **НАНОХИМИЯ И НАНОМАТЕРИАЛЫ: Тест № 2**

1. Фуллерен состоит из атомов углерода
2. Молекула фуллерена C<sub>60</sub> похожа на футбольный мяч
3. Толщина однослойной углеродной нанотрубки — один атом углерода
4. Углеродная нанотрубка втягивает в себя жидкости и газы
5. Из одной единственной нанотрубки можно сделать радио
6. Кластер с числом атомов 13, 55, 147, 309, 561, 923, 1415 и т.д. называется магическим
7. Фуллерены и углеродные нанотрубки получают из графита
8. Фуллерены и углеродные нанотрубки образуются при высокой температуре
9. С бактериями и вирусами эффективно борются наночастицы серебра
10. Покрyтия из наночастиц диоксида кремния называют самоочищающимися
11. Металл, защищающий себя от высокой температуры, называется потеющим металлом

## **НЭМС, НАНОСЕНСОРЫ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА. Тест №3**

1. Микросхемы создают, формируя рельеф на кремниевой пластине
2. На стоянке площадью в один квадратный миллиметр помещается десять миллиардов наноавтомобилей
3. Слово «сенсор» означает «датчик»
4. Сенсоры реагируют на изменения окружающей среды, имитируя органы чувств человека и животных
5. Умная одежда в будущем будет следить за самочувствием человека
6. Умная пыль следит за изменениями среды вокруг себя и сообщает об этом человеку
7. Электронный нос должен обнаруживать всего одну молекулу пахучего вещества
8. Электронный нос - это чип с наносенсорами площадью около двух квадратных миллиметров
9. Газоанализатор в аэропорту определяет по запаху — не провозит ли пассажир взрывчатку или наркотики
10. Электронный язык определяет сочетания сладкого, кислого, горького и соленого как язык человека
11. Нанoeлектроника занимается созданием интегральных схем с размерами менее ста нанометров.

## **НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ: Тест № 4**

1. С помощью нанобиотехнологии можно создавать лекарства специально для каждого человека, учитывая особенности его организма
2. Медицинские нанороботы будут лечить больные клетки человека, двигаясь по его кровеносным сосудам
3. В микроскоп видно, что поверхность листьев лотоса сплошь покрыта выпуклыми бугорками
4. Со стекла с «эффектом лотоса» скатываются и капли воды, и частицы любой грязи
5. Лапки геккона покрыты миллионами волосков, расщепленных на миллиарды нановолокон
6. «Geckel» — это материал, в котором клей мидий соединен со способом передвижения геккона
7. Биокomпьютер состоит из живых клеток
8. «Программируемые» бактерии можно научить сообщать о вторжении в человеческий организм вирусов и болезнетворных бактерий

9. Под словом нанобиореактор скрывается бактерия или вирус
10. В клетках дрожжевых бактерий можно вырастить микрокристал-лины кадмия и лантана размером 2 нанометра
11. Вирус табачной мозаики в нанотехнологиях можно использовать в качестве наноконтейнера и наноэлектрода

### **3.4. Итоговая работа**

Итоговая контроль обучающихся проводится по результатам выполнения практических заданий и защиты проектов (правила выбора темы и пример проекта представлены в приложение №1).

## **4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

Методические пособия по выполнению всех работ для практической части входят в комплект методических материалов содержатся в комплектации учебно-исследовательских лабораторий «Практик» и «Нанолаб». Списки литературы к каждой работе и интернет источники входят в комплекты.

### **4.1. Литература, рекомендованная для учителя**

1. Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов, под ред. С.В. Калюжного, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010
2. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества, Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д.Третьякова. - М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
3. Нанохимия, Сергеев Г.Б. - М.:Изд-во МГУ, 2007
4. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии Ч.Пул - мл., Ф Оуэнс, Москва:Техносфера, 2006
5. Дорога длиною в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов/Сонин А.С. - М.: Наука, 1988
6. Журнал «Квант» 1970 - 2007
7. Рабочая грань алмаза, Г.Мишкеевич. ЛЕНИЗДАТ, 1982
8. 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.

### **4.2. Литература, рекомендованная для учащегося:**

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

4. Третьяков Ю. Нанотехнологии. Азбука для всех / Сборник статей под редакцией Ю. Третьякова. – М.: Физматлит, 2007. – 368 с.
5. Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества, Гудилин Е.А. и др., под ред. Ю.Д.Третьякова. - М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
6. Дорога длинную в век: Из истории открытия и исследования жидких кристаллов/Сонин А С. - М.: Наука, 1988
7. Удивительные наноструктуры, К. Деффейс, С. Деффейс; под ред. Л.Н.Патрикеева - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011
8. Мир физики и техники. В.Л.Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии Москва:Техно 2009
9. Химия элементов: в 2 томах./ Н.Гринвуд, А.Эрншо; .-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010
10. Химия новых материалов и нанотехнологий. Учебное пособие. Пер. с англ.: Научное издание/Б.Фехльман - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - 464 с.: цв.вкл.
11. Журнал «Квант»

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования
<b>1</b>	<b>Учебное (обязательное) оборудование</b>	
1.1	Оптический микроскоп	Оптический микроскоп с большими возможностями исследования непрозрачных и прозрачных объектов в отраженном поляризованном и обычном свете
1.2	Металлографический микроскоп исследовательского класса	Наблюдение и анализ в металлургии, минералогии, кристаллографии, микроэлектронике.
1.3	Фотоаппарат	Для подключения к оптическим микроскопам, без объективов, система переходников для видеопортов микроскопов для подключения к системе управления с компьютера
1.4	Прецизионные весы	Предназначены для точных измерений массы, необходимы для контроля изменений массы с точностью 20 мг.
1.5	Лабораторные весы	Предназначены для точных измерений массы, необходимы для контроля изменений массы с точностью 0,01 г.
1.6	Спектрофотометр	Предназначен для определения оптической плотности, коэффициентов пропускания и концентрации разнообразных растворов
1.7	Сканирующий зондовый микроскоп	СЗМ с двумя измерительными головками на кремнии и вольфраме.
1.8	Пиролитический газовый реактор	Универсальный пиролитический газовый

		реактор, позволяющий проводить термообработку материалов в вакууме и газовой среде, а также синтезировать углеродные нанотрубки
1.9	Комплект химической посуды	Проведение учебных лабораторных работ
1.10	Комплект реактивов	Проведение учебных лабораторных работ
<b>2</b>	<b>Компьютерное оборудование</b>	
2.1	Ноутбук	работа в классе
2.2	Мышь	
2.3	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков
2.4	МФУ	Многофункциональное устройство
2.5	Сетевой удлинитель	Сетевой удлинитель
<b>3</b>	<b>Презентационное оборудование</b>	
3.1	LED панель	подача информационного материала
3.2	Настенное крепление	крепление LED панели
3.3	Интерактивный комплект	Интерактивный комплект доска диагональ 87" / 221 см, формат 16:10 с ультракороткофокусным проектором
3.4	Мобильный стенд	Напольная мобильная стойка для интерактивных досок
<b>4</b>	<b>Расходные материалы и запасные части</b>	
<b>5</b>	<b>Мебель</b>	
5.1	Комплект мебели	
5.2	Светильник настольный галогеновый	Лампа галогеновая gu10
5.3	Корзины для мусора	

## ПРАВИЛА ВЫБОРА ТЕМЫ ПРОЕКТА

Способы решения проблем начинающими исследователями во многом зависят от выбранной темы. Надо помочь детям найти все пути, ведущие к достижению цели, выделить общепринятые, общеизвестные и нестандартные, альтернативные; сделать выбор, оценив эффективность каждого способа.

**Правило 1.** Тема должна быть интересна ребенку, должна увлекать его. Исследовательская работа эффективна только на добровольной основе. Тема, навязанная ученику, какой бы важной она ни казалась взрослым, не даст должного эффекта.

**Правило 2.** Тема должна быть выполнима, решение ее должно быть полезно участникам исследования. Натолкнуть ребенка на ту идею, в которой он максимально реализуется как исследователь, раскроет лучшие стороны своего интеллекта, получит новые полезные знания, умения и навыки, – сложная, но необходимая задача для педагога.

**Правило 3.** Тема должна быть оригинальной с элементами неожиданности, необычности. Оригинальность следует понимать как способность нестандартно смотреть на традиционные предметы и явления.

**Правило 4.** Тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро. Способность долго концентрировать собственное внимание на одном объекте, т. е. долговременно, целеустремленно работать в одном направлении, у школьника ограничена.

**Правило 5.** Тема должна быть доступной. Она должна соответствовать возрастным особенностям детей. Это касается не только выбора темы исследования, но и формулировки и отбора материала для ее решения. Одна и та же проблема может решаться разными возрастными группами на различных этапах обучения.

**Правило 6.** Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие". Это мешает развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

**Правило 7.** С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы ситуативны. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

### Примеры тем проектов

1. Строение поверхности алюминия.
2. Микроскопия поверхности электротехнической стали.
3. Наноразмерные свойства металлов.
4. Методы практической реализации создания квантовых точек.
5. Исследование свойств поверхности кремния.
6. Магнитные свойства поверхности электротехнических сталей.
7. Исследование проводимости углеродных нанотрубок.
8. Неоднородности на поверхности полупроводниковых кристаллов.
9. Исследование строения поверхностей биологических тканей.
10. Исследование свойств поверхности арсенида галлия.
11. Оценка влияния наноструктур на биологические ткани.