

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №7»  
города Шарыпово Красноярского края

Утверждаю



Директор МБОУ СОШ №7  
г. Шарыпово

Жалащникова Т.Н. /

Рабочая дополнительная общеобразовательная  
(общеразвивающая) программа  
**«Нанотехнологии»**

**(естественнонаучная направленность)**

учителя Якир Лидия Егоровна

Возраст обучающихся: 9-15 лет

Срок реализации: 136 часов

Автор-составитель: Чижов Ростислав Валерьевич, педагог дополнительного образования, г. Белгород (ГБУ ДО «Белгородский областной центр ДТТ»).

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Нанотехнологии. Второй уровень» рассмотрена на заседании Педагогического совета государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Белгородский областной Центр детского (юношеского) технического творчества» от «31» августа 2020 г., протокол №1.

Данная программа была модифицирована из базового уровня в стартовый.  
Количество часов уменьшено с 216 до 136 часов в год.

Уровень: авторская, стартовый.

Направленность: естественнонаучная.

## 1. Характеристика программы

Создание современных конкурентоспособных, высокоэкологичных, энергосберегающих и высокотехнологичных материалов предполагает переориентацию всей производственной индустрии на активную реализацию и широкое применение нанотехнологических производств. С целью создания условий для качественного обновления содержания естественнонаучного образования с ориентацией на подготовку кадров для современной индустрии, использующей нанотехнологии, и формирования поколения грамотных потребителей продукции, выпускаемой nanoиндустрией, актуальным является привлечение учащихся к научно-исследовательской работе для ознакомления с конкретными направлениями в области нанотехнологий.

### 1.1. Направленность дополнительной образовательной (общеразвивающей) программы

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Нанотехнологии. Второй уровень» (далее - программа) – **естественнонаучной направленности.** Предусматривает развитие исследовательских способностей детей, направлена на обеспечение у школьников базовых представлений о нанотехнологиях, эволюции развития данного направления в мире, методах наблюдения и исследования нанообъектов, умения ориентироваться в современных тенденциях их использования в различных областях техники и промышленности; изучение существующих наноматериалов и перспектив развития новых с учетом потенциальных тенденций в России и за рубежом.

### 1.2. Актуальность и педагогическая целесообразность программы

**Актуальность.** Познакомить детей с инновационными разработками в области создания новых материалов с использованием нанотехнологичных подходов и их использованием в различных областях промышленности, а также сформировать у обучающихся представления об исследовательской деятельности и привить навыков проведения научной работы со школьного возраста.

**Педагогическая целесообразность** общеобразовательной (общеразвивающей) программы «Основы нанотехнологий»:

- формирование у школьников общего представления о нанотехнологиях, основных понятиях в области нанотехнологий и наноматериалах;
- умение ориентироваться в современных тенденциях использования наноматериалов и нанотехнологических подходов в различных областях техники и промышленности;
- изучение существующих наноматериалов, перспектив развития новых с учетом потенциальных тенденций развития нанотехнологий в России и за рубежом;



- создание условий для научно-исследовательской деятельности обучающихся через решение конкретных проблемных практических заданий (кейсов) используя современные знания в области нанотехнологий;
- введение в область современного материаловедения и нанотехнологий через проектно-исследовательскую деятельность учащихся.

### **1.3. Отличительная особенность и новизна программы**

Отличительной особенностью данной программы является реализация педагогической идеи формирования у обучающихся умения учиться – самостоятельно добывать и систематизировать новые знания. В этом качестве программа обеспечивает реализацию следующих принципов:

- непрерывность дополнительного образования как механизма полноты и целостности образования в целом;
- развития индивидуальности каждого ребенка в процессе социального самоопределения в системе внеурочной деятельности;
- системность организации учебно-воспитательного процесса;
- раскрытие способностей и поддержка одаренности детей.

**Новизна** программы заключается в том, что она предполагает использование современных технологий, позволяющих активизировать мыслительные процессы ребёнка, включить его в изменившуюся социальную среду и формировать интерес к школьной жизни.

### **1.4. Цель программы**

**Цель программы** – развитие соответствующей мотивации детей, любознательности, умственной активности, живой интерес к окружающему, в стремлении узнавать новое, умение взаимодействовать в коллективе. Формирование у школьников общего представления о нанотехнологиях, основных понятиях в области нанотехнологий и наноматериалах; умение ориентироваться в современных тенденциях использования наноматериалов и нанотехнологических подходов в различных областях техники и промышленности; изучение существующих наноматериалов, перспектив развития новых с учетом потенциальных тенденций развития нанотехнологий в России и за рубежом.

### **1.5. Задачи программы**

**1. Задачи обучения направлены на организацию образовательной деятельности по усвоению новых знаний, умений и навыков в области решения научных задач:**

- обучать научным методам познания;
  - обучать основам научного языка;
  - обучать специальным знаниям, необходимым для проведения самостоятельных исследований.
-



**2. Развивающие задачи ориентированы на организацию образовательной деятельности по формированию и развитию ключевых компетенций учащихся в процессе самостоятельной деятельности:**

- формировать культуру научной деятельности;
- формировать научный способ мышления;
- формировать и развивать умения и навыки исследовательского поиска;
- развивать умение ставить, формулировать, описывать проблемы и докладывать о достигнутых результатах.

**3. Воспитывающие задачи ориентированы на организацию образовательной деятельности по формированию и развитию у обучающихся духовно-нравственных, ценностно-смысловых, общекультурных и познавательных качеств личности:**

- развивать познавательные способности;
- воспитывать дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию;
- формировать новаторское отношение ко всем сферам жизнедеятельности человека;
- воспитывать самостоятельность в приобретении дополнительных знаний и умений;
- воспитывать чувство патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники.

### **1.6. Категория обучающихся**

Программа разработана для обучающихся 9–18 лет и построена с учетом возрастных и индивидуальных особенностей детей.

**Возрастные особенности развития детей среднего школьного возраста.** Восприятие детей среднего школьного возраста более целенаправленно, организовано и планомерно, чем у младшего школьника. Определяющее значение имеет отношение подростка к наблюдаемому объекту. Внимание произвольно, избирательно, подросток может долго сосредотачиваться на интересном материале. Запоминание в понятиях, непосредственно связанное с осмысливанием, анализом и систематизацией информации, выдвигается на первый план. Для подросткового возраста характерна критичность мышления. Для учащихся данного возраста свойственна большая требовательность к сообщаемой информации: «подросток усиленно требует доказательств». Улучшается способность к абстрактному мышлению. Ввиду этого в программе предполагается применять на занятиях метод решения кейсов, подготовка презентационного материала для иллюстрирования лекционного курса и проведение экскурсий по специализированным лабораториям, в ходе которых обучающиеся смогут ознакомиться с применяемым оборудованием.

Ученика среднего школьного возраста, в виду особенностей мышления, характерных для данного периода, трудно заинтересовать простым изложением сведений в готовом, законченном виде. Ему захочется проверить их достоверность, убедиться в правильности суждений. В этом возрасте в

---



обучении большой эффект дает внедрение проблемных задач. В основе всех действий при проблемном подходе лежит осознание отсутствия знаний для решения конкретных задач, разрешение противоречий. Следует предлагать подросткам сравнивать, находить общие и отличительные черты, выделять главное, устанавливать причинно-следственные связи, делать выводы.

С учетом цели и задач содержание образовательной программы реализуется поэтапно с постепенным усложнением заданий. В процессе обучения у детей формируются начальные знания, умения и навыки, обучающиеся работают по образцу. Таким образом, процесс обучения осуществляется от репродуктивного к частично-продуктивному уровню и к творческой деятельности.

Успешное проведение занятий достигается с соблюдением основных дидактических принципов: систематичности, последовательности, наглядности и доступности, при этом учитываются возрастные и индивидуальные особенности ребенка. По мере накопления знаний и практических умений по моделированию, обучающимся предлагается самостоятельно проводить анализ информации, участвовать в проектной и исследовательской деятельности и защите своих проектов. Для оценки проведенных исследований обучающимся задаются вопросы (например, «Что побудило выбрать данное направление?», «Какие проблемы решались в ходе работы?», «Какие особенности и какую новизну имеет проект, чем отличается от других исследований в данной области?»). При анализе полученных результатов и защите проекта от обучающихся требуется применение правильной технической терминологии. Анализ литературы и полученных результатов позволяет воспитанникам вспомнить предыдущий материал, упражняет их в наблюдательности, в выделении главного, в возможности самостоятельного применения приобретенных опыта и знаний. Защита проекта позволяет обучающимся получить опыт публичного выступления, развивает у них умение слушать других, развивает мотивацию к саморазвитию.

В процессе обучения важным является проведение различных дискуссий и решение кейсов, проведение лабораторных экспериментов. Все это позволяет закрепить и повторить пройденный материал. Большое внимание уделяется истории развития науки и техники, людям науки, изобретателям, исследователям, испытателям. В программу включен единый комплекс практических работ, который обеспечивает усвоение новых теоретических знаний, приобретение умений и навыков работы с лабораторным оборудованием. Свобода выбора технического объекта по заданной теме в процессе обучения способствует развитию творчества, фантазии.

Оценка промежуточных результатов по темам и итоговые занятия проводятся в разных формах: викторины, защита проектов, решение тестов.



## 1.7. Сроки и режим реализации программы

Программа рассчитана на 1 год обучения. Возраст обучающихся: 9 – 15 лет.

Занятия проводятся по группам.

Форма обучения по Программе – очная.

В исключительных случаях и в целях принятия мер, по снижению рисков распространения новой коронавирусной инфекции ДО(О)П реализуется заочно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Условия набора детей в коллектив: входное тестирование по общим темам физики, химии и естествознания, с учетом возрастного ограничения.

Наполняемость в группах составляет: 15-25 человек.

Группы занимаются 2 раза в неделю по 2 часа (в неделю 4 часа, в год – 136 часов за 34 учебных недели). Один академический час – 45 минут; между занятиями перерыв 10-15 минут.

Занятия проводятся в кабинете, оборудованном согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»

## 1.8. Планируемые личностные результаты освоения программы

### Личностные результаты обучения:

- формировании у детей познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей;
- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и технологий;
- самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;
- проявление логического мышления при организации своей деятельности;
- формирование коммуникативной компетентности в процессе проектной и учебно-исследовательской деятельности.

### Предметные результаты обучения:

- умение использовать термины технической области;
  - навыки постановки цели и задач исследования, составления плана работ.
  - навыки выбора способа представления данных в зависимости от поставленной задачи;
  - рациональное использование учебной и дополнительной технической и технологической информации для проектирования и создания технических объектов;
  - владение методами решения организационных и технических задач;
  - владение методами чтения и способами графического представления технической, технологической и инструктивной информации;
  - владение формами учебно-исследовательской, проектной деятельности.
-

**Метапредметные результаты** определяются формированием следующих универсальных учебных действий (УУД):

Коммуникативные УУД:

- учиться выполнять различные роли в группе (лидера, исполнителя, критика);
- умение координировать свои усилия с усилиями других;
- формулировать собственное мнение и позицию;
- учитывать разные мнения и стремиться к координации различных позиций в сотрудничестве;
- умение выражать свои мысли, способность выслушать педагога, понимать его точку зрения;
- договариваться и приходить к общему решению в совместной деятельности, в том числе в ситуации столкновения интересов;
- задавать вопросы и вести дискуссию;
- допускать возможность существования у людей различных точек зрения, в том числе не совпадающих с его собственной, и ориентироваться на позицию партнера в общении и взаимодействии.

Познавательные УУД:

- добывать необходимые знания и с их помощью проделывать конкретную работу;
- приобрести навыки решения творческих задач и навыки поиска, анализа и интерпретации информации;
- осуществлять поиск необходимой информации для выполнения учебных заданий с использованием учебной литературы;
- осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий;
- добывать необходимые знания и с их помощью проделывать конкретную работу;
- осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков.

Регулятивные УУД:

- учитывать выделенные педагогом ориентиры действия в новом учебном материале в сотрудничестве с педагогом;
  - планировать свое действие в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации, в том числе во внутреннем плане;
  - осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
  - овладеть составляющими исследовательской и проектной деятельности: умение видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, разбирать на составляющие явления, объяснять, доказывать, защищать свои идеи.
-



## Ожидаемые результаты

Должны знать	Должны уметь
<ul style="list-style-type: none"> <li>– углубленные понятия и определения, используемые для понимания и изучения нанотехнологий,</li> <li>– углубленные знания по этапам развития и становления нанотехнологии, основные направления современного развития и применения нанотехнологий,</li> <li>– углубленные методы изучения и профессиональный инструментарий, используемые для получения, наблюдения и исследования нанообъектов,</li> <li>– отличительные особенности наносостояния материалов;</li> <li>– основные параметры, определяющие свойства нанообъектов, методы и приборы их характеристики;</li> <li>– классификацию, возможности и назначение углубленных методов получения наноматериалов;</li> <li>– технологическое оборудование и универсальные методы получения нанопорошков, нанослоев и компактных наноматериалов, нанополупроводников;</li> <li>– новейшие методы получения, составления и последующим качественным их обработки наноструктурированных материалов; анализом;</li> <li>методов и технологии получения наноконструкций;</li> <li>– умение анализировать и предсказывать тенденции развития сегмента рынка продукции на основе наноразмерных систем;</li> <li>– знание углубленных параметров, определяющих задачи, умение ярко и красочно свойства нанообъектов, методов и приборов их характеристики;</li> <li>– навыки построения траекторий выполнения деятельности; исследовательский проектов;</li> <li>– навыки анализа полученных данных.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ориентироваться в современных направлениях нанотехнологий и промышленных достижений в данной индустрии;</li> <li>– рационально оценивать возможности и перспективы использования нанотехнологий в различных областях человеческой деятельности, применения наноконструкций для бытовых нужд и снижение себестоимости материалов на основе нанотехнологий;</li> <li>– работать с лабораторным оборудованием и выполнять высокоточные измерения с получением детальных данных, расчетов и параметров, с</li> <li>– формулировать цели и задачи исследований, устанавливать четкие временные рамки для достижения цели поставленной</li> <li>презентовать результаты полученной проектной</li> </ul>

## 2. Содержание программы

### 2.1. Календарный учебный график

Начало учебного года: 01.09.2020 г.

Окончание учебного года: 30.05.2021 г.

Расчетная продолжительность учебного года: 136 часов (34 недели)

№ группы	Дни недели	Время проведения занятий
1	Понедельник	15:00 - 17:00
	Среда	15:00 - 17:00

№	Разделы	Сроки изучения тем	Количество часов в теме
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	1 неделя	4
2.	Углубленное введение в нанотехнологии	5 недель	20
3.	Процессы и явления в материалах, происходящие на атомарном уровне	8 недель	32
4.	Основы работы с высокоточным оборудованием.	2,5 недели	10
5.	Изучение структуры и свойств материалов на атомарном уровне. Нанопроектирование структуры материалов.	7 недель	28
6.	Проектная деятельность	10 недель	40
7.	Итоговое занятие	1 неделя	2

### Механизм контроля за реализацией программы

№	Название темы	Формы контроля
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	Зачетные вопросы, бриц-опрос
2.	Углубленное введение в нанотехнологии	Тестирование, онлайн-тестирование
3.	Процессы и явления в материалах, происходящие на атомарном уровне	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
4.	Основы работы с высокоточным оборудованием.	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-тестирование
5.	Изучение структуры и свойств материалов на атомарном уровне. Нанопроектирование структуры материалов.	Защита лабораторных работ, онлайн-тестирование, онлайн-презентация докладов
6.	Проектная деятельность	Представление презентации и прохождение итоговой аттестации
7.	Итоговое занятие	



## 2.2 Учебный план

№	Разделы	Количество часов		
		Всего часов	Теория	Практика
1.	<b>Введение в образовательную программу, техника безопасности</b>	4	2	2
2.	<b>Углубленное введение в нанотехнологии</b>	20	8	12
2.1	Эволюция нанотехнологий, прогресс технологий и промышленности.	4	2	2
2.2	Перспективные направления нанотехнологий, революционные материалы.	4	2	2
2.3	Высокотехнологичное оборудование для нанотехнологий и композиционных материалов.	6	2	4
2.4	Нанотехнологии – все для человечества	6	2	4
3.	<b>Процессы явления в материалах, происходящие на атомарном уровне.</b>	32	12	20
3.1	Мир кристаллов. Изоморфизм и его виды.	12	4	8
3.2	Полиморфизм и его свойства	4	2	2
3.3	Полимеры высокого давления и их промышленное применение	4	2	2
3.4	Полимеры низкого давления и их промышленное применение	4	2	2
3.5	Методы проектирования полимерных материалов, наноструктуризация пленок.	8	2	6
4.	<b>Основы работы с высокоточным оборудованием.</b>	10	4	6
5.	<b>Изучение структуры и свойств материалов на атомарном уровне. Нанопроектирование структуры материалов.</b>	28	12	16
5.1	Коллоидные системы с наночастицами. Свойства, технология и применение	6	2	4
5.2	Материалы с изменением структуры при изменении внешних условий среды	6	2	4
5.3	Сверхпрочные наноструктуры	4	2	2
5.4	Сверхлегкие наноструктуры	4	2	2
5.5	Структура искусственных красителей и методы их синтеза с использованием нанотехнологий	4	2	2
5.6	Структура природных красителей, методы их получения, обработки и усовершенствования	4	2	2
6.	<b>Проектная деятельность</b>	40	12	28
7.	<b>Итоговые занятия</b>	2	0	2
	<b>ВСЕГО</b>	136	52	84



## 2.3. Содержание учебного плана

### 1. Введение в образовательную программу, техника безопасности (4 часа).

Теория. Базовые представления о нанотехнологии как науке. Основные термины, законы, определения и методы создания наноматериалов.

Практика. Общие правила проведения работ в лаборатории и техника безопасности.

Формы проведения занятий: лекции, лабораторные и практические занятия, экскурсии

Формы подведения итогов: опрос в форме викторины.

### 2. Углубленное введение в нанотехнологии (20 часов).

Теория. История развития, основоположники и ведущие ученые, работающие в сфере нанотехнологий. Направления в нанотехнологиях и их принципиальные отличия. Современные достижения науки и техники в области нанотехнологии. Нанотехнологии в различных областях производства. Нанохимия и наноматериалы. Оборудование для нанотехнологий, освоение новых принципиальных методов исследования окружающего мира и уточнение картины современной науки. Методы самосборки и самоорганизации материи при создании необходимых внешних условий. Нанозффекты в природе, создание аналогов в технике и их промышленное применение. Фуллерены и углеродные нанотрубки. Ультрадисперсные наноматериалы: состав, структура, свойства и области применения. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Динамика развития нанотехнологий в России и за рубежом.

Практика. Изучение основных характеристик и свойств материалов с использованием различных наносистем.

Формы проведения занятий: лекции, лабораторные и практические занятия, экскурсии.

Формы подведения итогов: выполнение домашнего задания, онлайн-тестирование, онлайн-презентация докладов, опрос в форме викторины.

### 3. Процессы и явления в материалах, происходящие на атомарном уровне (32 часа).

Теория. Изучение основных законов симметрии кристаллов, основные достижения наук минералогия и кристаллохимия. Видоизменения кристаллов под действием внешних условий, явления изоморфизма и полиморфизма. Синтетические кристаллы: состав, свойства, способы получения, качественные отличия от природных кристаллов. Промышленное применение синтетических кристаллов, пути усовершенствования технологии получения и структуры. Изучение полимеров высокого и низкого давления, способы получения полимерных структур в промышленных условиях. Влияние полимеров на современную жизнь и облик цивилизации. Способы утилизации полимерных структур, новейшие биоразлагаемые полимерные структуры.

---



Методы наноструктурирования полимерных пленок, улучшение свойств наноразмерных пленок для использования в очень агрессивных условиях.

Практика. Выращивание кристаллов из растворов и расплавов. Получение кристаллов в ходе химических реакций. Изучение способов структурирования кристаллической решетки путем изменения внешних условий получения кристаллов. Изменением концентрации компонентов и воздействия специализированного направленного вмешательства (ультразвук, УФ-излучение и пр.) Волна кристаллизации. Температуры переохлаждения и кристаллизации. Изучение кристаллизации вещества из газовой фазы на различных поверхностях. Изучение кристаллизации вещества из газовой фазы на пористых поверхностях. Получение изоморфной и полиморфной структуры кристаллов. Работа с полимерами высокого и низкого давления, изучение возможности получения полимеров в бытовых условиях. Наноструктуризация полученных пленок и изучение их поверхности.

Формы проведения занятий: лекции, лабораторные и практические занятия, экскурсии, презентации.

Формы подведения итогов: опрос в форме викторины, блиц-опрос, выполнение лабораторных работ с предварительным допуском, промежуточное тестирование, выполнение домашнего задания, онлайн-тестирование, онлайн-презентация докладов, решение кейса.

#### **4. Основы работы с высокоточным оборудованием (10 часов).**

Теория. Оборудование – как способ познания мира от зарождения человеческой цивилизации до наших дней. Современное оборудование и технологии, используемые в промышленности наносистем. Принципиальные отличия подходов каждого оборудования к изучению атомарного состояния вещества. Основы работы на высокоточном оборудовании, получение необходимых результатов и развитие умения правильно обрабатывать анализировать и систематизировать полученные данные.

Практика. Работа на высокоточном оборудовании: аналитические весы, СЗМ, пиролизный газовый реактор.

Формы проведения занятий: лекции, лабораторные и практические занятия, экскурсии, презентации.

Формы подведения итогов: выполнение домашнего задания, онлайн-тестирование, онлайн-презентация докладов, опрос в форме викторины, блиц-опрос, промежуточное тестирование.

#### **5. Изучение структуры и свойств материалов на атомарном уровне. Нанопроектирование структуры материалов (28 часов).**

Теория. Изучение основных особенностей коллоидных систем. Проектирование наноструктурированных коллоидных систем с заданным размером наночастиц. Свойства, технология и применение наноструктурированных коллоидных систем. Материалы с изменением структуры при изменении внешних условий среды, виды. Способы получения и



программирования на определённые условия активации свойств. Сверхпрочные наноструктуры: фуллерены, углеродные нанотрубки, сплавы. Сверхлегкие наноструктуры (аэрогель и схожие с ним структуры). Структура искусственных красителей и методы их синтеза с использованием нанотехнологий. Структура природных красителей, методы их получения, обработки и усовершенствования

Практика. Приготовление коллоидных систем и изучение их свойств. Получение наноструктурированной коллоидной системы с заданным размером частиц. Практическое изучение материалов с изменяемой структурой, установление зависимостей, влияющих на скорость и степень адаптации структуры материала к внешним условиям. Изучение сверхпрочных и сверхлегких материалов. Получение искусственных красителей из угля. Изучение методов получения природных красителей.

Формы проведения занятий: лекции, лабораторные и практические занятия, экскурсии, презентации.

Формы подведения итогов: опрос в форме викторины, блиц-опрос, выполнение лабораторных работ с предварительным допуском, промежуточное тестирование, выполнение домашнего задания, онлайн-тестирование, онлайн-презентация докладов, решение кейса.

#### **6. Проектная деятельность (40 часов).**

Теория. Решение и постановка кейсов, подготовка и проведение собственного эксперимента. Этапы разработки проекта, постановка цели, определение необходимого материала, презентация собственного проекта. Метод SCRUM. Подготовка к выступлению на конференциях и олимпиадах.

Практика. Разработка и реализация собственного проекта.

Формы проведения занятий: лекции, лабораторные и практические занятия, экскурсии, презентации.

Формы подведения итогов: опрос в форме викторины, блиц-опрос, выполнение лабораторных работ, семинары, конференции, выступления с докладом.

#### **7. Итоговые занятия (2 часа).**

Теория. Подведение итогов теоретического курса. Составление планов на проектную деятельность. Составление презентации на выбранную тему.

Практика. Подведения итогов выполнения лабораторных и практических работ. Выступление с презентацией.

Формы проведения занятий: беседы, коллоквиум.

Формы подведения итогов: тестирование, блиц-опрос.

---



## 2.. Халендарно-тематическое планирование

№	Дата	Всего часов	Тема учебного занятия	Содержание деятельности		Форма проведения занятия	Форма контроля
				Теория	Практика		
<b>1. Введение в образовательную программу (4 ч.)</b>							
1	2021 год 06.09.	2	Общие правила проведения работ в лаборатории и техника безопасности.	Вводный инструктаж по технике безопасности. Правила организации рабочего места. Правила работы с коллоидными и режущими предметами	Экскурсия по лаборатории	Рассказ, экскурсия	Блиц-опрос
2	08.09	2	Введение в образовательную программу	Базовые представления о нанотехнологии как науке. Основные термины, законы, определения и методы создания наноматериалов.	Экскурсия по лаборатории	Презентация	Беседа
<b>2. Углубленное введение в нанотехнологии (20 ч.)</b>							
<b>2.1 Эволюция нанотехнологий, прогресс технологий и промышленности- 4ч.</b>							
3	13.09	2	Развитие нанотехнологий.	История развития, основоположники и ведущие ученые, работающие в сфере нанотехнологий. Направления в нанотехнологиях и их принципиальные отличия.	Рассмотрение образцов наноматериалов	Рассказ, презентация	Беседа
4	15.09	2	Нанохимия и наноматериалы	Современные достижения науки и техники в области нанотехнологий. Нанотехнологии в различных областях производства.	Рассмотрение образцов наноматериалов	Рассказ, презентация	Беседа
<b>2.2 Перспективные направления нанотехнологий, революционные материалы- 4ч.</b>							
5	20.09	2	Направления в нанотехнологиях.	Общие представления об основных направлениях, в которых развиваются нанотехнологии.	-	Рассказ презентация	Опрос, тест
6	22.09	2	Нанотехнологии в различных областях производства.	Нанохимия и наноматериалы. Нанотехнологии в материаловедении и электронике	Изучение основных характеристик и свойств	Рассказ, презентация	Опрос, тест



				различных наносистем	
<b>2.3 Высокотехнологичное оборудование для нанотехнологий и композиционных материалов- бч.</b>					
7	27.09	2	Оборудование нанотехнологий	Оборудование для нанотехнологий, освоение новых принципиальных методов исследования окружающего мира и уточнение картины современной науки. Методы самосборки и самоорганизации материи при создании необходимых внешних условий.	Рассказ, экскурсия, презентация
8	29.09	4	Нанозффекты в природе	Нанозффекты в природе, создание аналогов в технике и их промышленное применение. Фуллерены и углеродные нанотрубки. Ультрадисперсные наноматериалы: состав, структура, свойства и области применения.	Рассказ, экскурсия, презентация
9	04.10				Блиц- опрос
<b>2.4 Нанотехнологии – все для человечества- бч.</b>					
10	06.10	2	Ультрадисперсные наноматериалы	Ультрадисперсные наноматериалы: состав, структура, свойства и области применения.	Презентация, рассказ
11	11.10	4	Будущее нанотехнологий	Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Динамика развития нанотехнологий в России и за рубежом	Презентация и рассказ
12	13.10				Тест
<b>3. Процессы и явления в материалах, происходящие на атомарном уровне (32 ч.)</b>					
<b>3.1 Мир кристаллов. Изоморфизм и его виды - 12ч.</b>					
13	18.10	4	Минералогия и кристаллохимия	Изучение основных законов симметрии кристаллов, основные достижения наук минералогия и кристаллохимия.	Презентация, лабораторная работа
14	20.10			Выращивание кристаллов из растворов и расплавов.	Допуск к лабораторной работе, выполнение



15	25.10					лабораторной работы
16	27.10	8	Симметрия в кристаллах	Видоизменения кристаллов под действием внешних условий, явления изоморфизма. Дефекты в кристаллической решетке. Дендриты. Сферолиты. Двойникование.	Получение кристаллов в ходе химической реакции	Допуск к лабораторной работе
17	01.11					Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы, блиц-опрос
18	03.11					

### 3.2 Поллиморфизм и его свойства-4 часа

19	08.11	2	Кристаллическое состояние	Видоизменения кристаллов под действием внешних условий, явление полиморфизма.	Изучение способов структурирования кристаллической решетки путем изменения внешних условий получения кристаллов.	Лекция, лабораторная работа	Тестирование, допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
20	10.11	2	Синтетические кристаллы	Синтетические кристаллы: состав, свойства, способы получения, качественные отличия от природных кристаллов. Промышленное применение синтетических кристаллов, пути усовершенствования технологии получения и структуры.	Изменением концентрации компонентов и воздействия специализированного направленного вмешательства (ультразвук, уф. излучение и пр.)	Лекция, лабораторная работа.	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.

### 3.3 Полимеры высокого давления и их промышленное применение-4ч

21	15.10	2	Изучение полимеров высокого давления	Изучение полимеров высокого и давления, способы получения полимерных структур в промышленных условиях.	Работа с полимерами высокого давления	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение
----	-------	---	--------------------------------------	--	---------------------------------------	-----------------------------	--

							лабораторной работы, опрос
22	17.11	2	Влияние полимеров на современную жизнь и облик цивилизации.	Открытие полимеров и изменения в развитии цивилизации связанные с данным открытием	Изучение возможности получения полимеров высокого давления в бытовых условиях	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы, опрос
<b>3.4 Полимеры низкого давления и их промышленное применение - 4 ч.</b>							
23	22.11	2	Изучение полимеров низкого давления	Изучение полимеров низкого давления, способы получения полимерных структур в промышленных условиях.	Работа с полимерами низкого давления	Демонстрационные опыты, лабораторная работа, лекция	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
24	24.11	2	Способы утилизации полимерных структур	Способы утилизации полимерных структур, новейшие биоразлагаемые полимерные структуры	изучение возможности получения полимеров низкого давления в бытовых условиях	Лабораторные работы, лекция	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
<b>3.5 Методы проектирования полимерных материалов, наноструктуризация пленок-8ч.</b>							
25	29.11	2	Методы наноструктурирования полимерных пленок	Изучение понятия наноразмерные пленки, способы их получения и применения в современной промышленности	Наноструктуризация полученных пленок	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.



26	01.12	6	Улучшение свойств наноразмерных пленок	Методы наноструктурирования полимерных пленок, улучшение свойств наноразмерных пленок для использования в очень агрессивных условиях	Наноструктуризация полученных пленок и изучение их поверхности	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы, опрос.
<b>4. Основы работы с высокоточным оборудованием (10 ч.)</b>							
29	10.12	4	Оборудование – как способ познания мира	Современное оборудование и технологии, используемые в промышленности наносистем. Принципиальные отличия подходов каждого оборудования к изучению атомарного состояния вещества.	Работа на высокоточном оборудовании	Презентация, лекция, практическая работа	Решение задач, опрос
30	12.12						
31	17.12	6	Основы работы на высокоточном оборудовании	Основы работы на высокоточном оборудовании, получение необходимых результатов и развитие умения правильно обрабатывать анализировать и систематизировать полученные данные	Работа на высокоточном оборудовании	Презентация, лекция, практическая работа	Решение задач, опрос
32	19.12						
33	24.12						
<b>5. Изучение структуры и свойств материалов на атомарном уровне. Нанопроектирование структуры материалов (28 ч.)</b>							
<b>5.1 Коллоидные системы с наночастицами. Свойства, технология и применение - 6 часов</b>							
34	26.12	2	Дисперсные системы	Дисперсные системы. Взвеси. Коллоидные системы. Классификация коллоидных систем. Свойства, технология и применение наноструктурированных коллоидных систем	Приготовление коллоидных систем и изучение их свойств. Демонстрационный опыт «Туман в бутылке»	Лекция, демонстрационный опыт	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение

35 36	10.01.22 12.01	4	Коллоидные системы	Методы получения и строение золей. Примеры коллоидных систем. Проектирование наноструктурированных коллоидных систем с заданным размером наночастиц	Получение наноструктурированной коллоидной системы с заданным размером частиц	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение
----------	-------------------	---	--------------------	---	---	-----------------------------	--

**5.2 Материалы с изменением структуры при изменении внешних условий среды - 6 часов**

37	17.01	2	Материалы с изменяемой структурой	Материалы с изменением структуры при изменении внешних условий среды, виды.	Практическое изучение материалов с изменяемой структурой	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
38 39	19.01. 24.01	4	Способы получения материалов с изменяемой структурой	Способы получения и программирования на определённые условия активации свойств	Установление зависимости, влияющих на скорость и степень адаптации структуры материала к внешним условиям	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.

**5.3 Сверхпрочные наноструктуры - 4 часа**

40	26.01	2	Сверхпрочные наноструктуры	История развития и создания сверхпрочных материалов, основные тенденции развития данного направления в России и за рубежом. Промышленное производство сверхпрочных материалов и трудности с этим связанные.	Изучение сверхпрочных материалов	Лекция, практическая работа	Беседа, опрос
41	31.01	2	Фуллерены, углеродные нанотрубки, сплавы	Проектирование сверхпрочных структур на наноуровне,	Изучение и проектирование	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и



			использование технологий скрещивания свойств.	сверхпрочных материалов		ее выполнение
<b>5.4 Сверхлегкие наноструктуры-4ч.</b>						
42	02.02	2	История развития и создания сверхлегких материалов, основные тенденции развития данного направления в России и за рубежом. Промышленное производство сверхлегких материалов и трудности с этим связанные.	Изучение сверхлегких материалов	Лекция, практическая работа	Беседа, опрос
43	07.02	2	Проектирование сверхлегких структур на примере аэрогеля, использование технологий сверхбыстрого вспенивания и охлаждения.	Изучение сверхлегких материалов	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение
<b>5.5 Структура искусственных красителей и методы их синтеза с использованием нанотехнологий-4ч.</b>						
44	09.02	2	Структура искусственных красителей и	Получение искусственных красителей из угля	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение
45	14.02 16.02	2	Методы синтеза искусственных красителей с использованием нанотехнологий	Получение искусственных красителей из угля	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение
<b>5.6 Структура природных красителей, методы их получения, обработки и усовершенствования-4ч.</b>						

46	21.02	2	Природные красители и их виды. Пищевые добавки.	Растительные пигменты. Виды и источники пигментов. Цвет в физике. Цвет в химии	Получение природных красителей из растительных образцов	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение	
47	23.02 28.02	2	Состав, строение и свойства растительных и животных пигментов	Структура природных красителей, методы их получения, обработки и усовершенствования	Получение природных красителей из образцов живой природы	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.	
<b>6. Проектная деятельность (40 ч).</b>								
48	02.03	12	Теория проектной деятельности	Метод SCRUM для работы над проектом, его достоинства и недостатки. Методы усовершенствования технологии проектной деятельности	Создание презентаций, создание плана проекта	Лекция, демонстрация успешных проектов	Беседа, выступления, конференции и участие в конкурсах	
49	07.03							
50	09.03							
51	14.03							
52	15.03							
53	21.03							
54	22.03	28	Индивидуальная проектная деятельность	Правильная постановка цели и задачи проекта, определение жизненного цикла проекта, подготовка к выступлению на конференциях и олимпиадах	Выбор темы, определение цели, задачи; работа с источниками, проведение исследований, анализ и обобщение результатов.	Создание рабочей модели, идеи, макета	Участие или победа в конкурсах и олимпиадах	
55	28.03							
56	04.04							
57	06.04							
58	11.04							
59	13.04							
60	18.04							
61	20.04							
62	25.04							
63	27.04							
64	02.05							
65	04.05							
66	16.05							
67	18.05							



### 7. Итоговое занятие (2 ч)

68	23.05	2	Подведение итогов	Разбор прошедшего материала. Промежуточная аттестация	Презентация проектов	Презентация, беседа, рассказ, опрос, тест	Тест, квест
----	-------	---	-------------------	--	----------------------	---	-------------

### 3. Организационно-педагогические условия реализации программы

#### 3.1. Учебно-методические средства обучения.

В период обучения применяются такие методы проведения занятий и воспитания, которые позволят установить взаимосвязь деятельности педагога и обучающегося, направленную на решение образовательно-воспитательных задач.

По уровню активности используются методы:

- объяснительно-иллюстративный;
- эвристический метод;
- 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;
- исследовательский метод обучения, дающий обучающимся возможность проявить себя, показать свои возможности, добиться определенных результатов.

**Приемы образовательной деятельности:**

- наглядный (рисунки, плакаты, чертежи, фотографии, схемы, модели, приборы, видеоматериалы, литература),
- научно-исследовательская работа,
- проектная работа,
- квесты,
- кейсы.

**Основные образовательные процессы:** решение кейсов и практических заданий, формирующих способы продуктивного взаимодействия с действительностью и разрешения проблемных ситуаций, проведение лекций и экскурсий, знакомство с работой на специализированном оборудовании.

#### 3.2. Материально-техническое обеспечение Программы

*Материально-техническая база кабинета химии МБОУ СОШ №7 г. Шарыпово, а также детского технопарка «Школьный кванториум»-центра «Точка роста»:*

- Учебно-лекционная аудитория: интерактивная доска и комплекс мультимедийного оборудования с возможностью устройства видеоконференций по Web-каналам удаленного доступа.
  - Учебно-научная лаборатория: комплекс научно-исследовательского оборудования и реактивов, для проведения необходимого количества лабораторных работ и проектной деятельности, включающая в себя:
-



### **Оборудование:**

- Пиролитический газовый реактор CVDomna III+;
- Металлографический микроскоп исследовательского класса Биоптик СМІ 400;
- Прямой оптический микроскоп BPR 200;
- Аналитические весы AND HR-100AZG;
- Дистиллятор лабораторный;
- Магнитная мешалка с подогревом HS 4;
- Нагревательная плитка HP 7;
- Водяная баня Термекс Термекс ЛБ33;
- Сушильный шкаф Binder ED 53;
- Рефрактометр ИРФ-454;
- Ph-метр карманный HI98103;
- Кондуктометр-солемер карманный HI 98304 DIST4;
- Автоматические дозаторы переменного и постоянного объема Biohit mLINE;
- Сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator II;
- Интерактивная LED панель Newline TruTouch;

### **Материалы:**

- Комплект простых измерительных приборов;
- Комплект специализированных осветителей;
- Комплект лабораторной посуды;
- Комплект «Ручные инструменты»;
- Комплект методических материалов «Практик», «Нанолаб»;
- Инструкция по работе с инструментами;
- Пособия для групповой и индивидуальной работы;
- Таблицы;
- Аудио- и видеозаписи;
- Книги.

### **3.3. Педагогические технологии**

В процессе обучения по Программе используются разнообразные педагогические технологии:

- технологии развивающего обучения, направленные на общее целостное развитие личности, на основе активно-деятельного способа обучения, учитывающие закономерности развития и особенности индивидуума;

- технологии личностно-ориентированного обучения, направленные на развитие индивидуальных познавательных способностей каждого ребенка, максимальное выявление, раскрытие и использование его опыта;

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей;

- технологии сотрудничества, реализующие демократизм, равенство, партнерство в отношениях педагога и обучающегося, совместно вырабатывают

– цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, сотворчества.

– проектные технологии – достижение цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом;

– компьютерные технологии, формирующие умение работать с информацией, исследовательские умения, коммуникативные способности.

В практике выступают различные комбинации этих технологий, их элементов.

### **3.4. Основные формы деятельности**

– познание и учение: освоение знаковых форм описания всеобщих законов и отношений; освоение способов управления вниманием и возможностями организма;

– общение: принятие правил, ответственность как за собственные учебные достижения, так и за результаты в рамках «общего дела»;

– творчество: освоение нормы реалистического изображения (как реальных, так и воображаемых объектов, сюжетов и ситуаций);

– труд: усвоение позитивных установок к труду и различным продуктивным технологиям.

### **3.5. Форма организации учебных занятий**

В процессе занятий используются различные формы: традиционные, комбинированные и практические занятия; игры, праздники, конкурсы и другие.

Формы организации учебных занятий:

– беседа,

– практическая работа,

– эксперимент,

– наблюдение,

– экспресс-исследование,

– коллективные и индивидуальные исследования,

– самостоятельная работа,

– защита исследовательских работ,

– мини-конференция,

– онлайн конференция, презентация, доклад,

– консультация.

**Типы учебных занятий:**

– первичного ознакомления с материалом;

– усвоение новых знаний;

– комбинированный;

– практические занятия;

– закрепление, повторение;

– итоговое

---



## 4. Формы контроля и оценочные материалы

### 4.1. Формы контроля

**Формы контроля** освоения обучающимися планируемого содержания.

Система контроля результатов освоения программы включает:

- наблюдение за детьми, беседы индивидуальные и групповые, а также беседы с родителями;
- формирование навыка слушателя: ответы на вопросы по тексту, иллюстрирование текста;
- взаимодействие в коллективе: игры, наблюдение, беседы с родителями, тесты.

Проверку результативности осуществляют:

- промежуточный (текущий) контроль (по кварталам, полугодиям или разделам) является инструментом для получения информации о промежуточных результатах освоения содержания, понять в достаточной ли степени, сформированы те или иные знания, умения и навыки для усвоения последующей порции учебного материала.
- итоговый контроль (в конце года) служит для проверки знаний по пройденному предмету, теоретические и практические знания, умение пользоваться полученными знаниями.

**Текущий контроль** – это оценка активности работы, краткие отчеты и обсуждение результатов на занятиях по выполняемым работам, участия на конференциях различного уровня и т.п.;

**Итоговый контроль:** в конце обучения на специально запланированных итоговых занятиях учащиеся представляют итоговый отчет с научным докладом

в виде презентации результатов своей научно-исследовательской работы.

Эти средства в целом позволяют однозначно оценить степень усвоения теоретических и фактических знаний; приобретенные школьниками практические умения на репродуктивном уровне и когнитивные умения на продуктивном уровне; а также профессиональные компетенции учеников.

**Учебно-методические средства обучения:**

- специализированная литература по основам нанотехнологий, подборка журналов,
- лабораторное оборудование,
- образцы, фото и видеоматериалы,
- учебно-методические пособия для педагога и обучающихся, включающие дидактический, информационный, справочный материалы на различных носителях, компьютерное и видео оборудование.

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение включает в себя электронные учебники, справочные материалы и системы используемых Программ, Интернет.

---

## 4.2. Промежуточная аттестация

Основанием для перевода обучающихся на следующий этап обучения или установление уровня усвоения программы в целом является промежуточная аттестация, которая состоит из теоретического опроса и выполнения практического задания.

Критерии оценки теоретической подготовки: соответствие уровня теоретических знаний программным требованиям, свобода восприятия теоретической информации, осмысленность и использование специальной терминологии, владение универсальными предпосылками учебной деятельности

– умение работать по правилу и по образцу, слушать педагога и выполнять его инструкции.

Критерии оценки уровня практической подготовки: соответствие уровня практических навыков программным требованиям, владение специальным оборудованием и оснащением, качество выполненного задания, технологичность практической деятельности, культура организации труда, уровень творческого отношения к заданию, аккуратность и ответственность в работе, способность решать интеллектуальные и личностные задачи, адекватные возрасту, применять самостоятельно усвоенные знания и способы деятельности для решения новых задач, поставленных как педагогом, так и им самим; в зависимости от ситуации может преобразовывать способы решения задач.

## 4.3. Оценочные материалы

Задания промежуточной аттестации состоят из теоретической и практической части.

**Теоретическая часть:** 30 вопросов в форме тестов, каждый вопрос 1 балл.

Максимум – 30 баллов.

**Практическая часть:** защита проектов.

Максимум – 100 баллов. Критерии оценки:

- 1) Актуальность проекта – Мах 20 баллов.
- 2) Новизна проекта - Мах 20 баллов.
- 3) Современность использованных методов - Мах 20 баллов.
- 4) Уровень готовности проекта - Мах 20 баллов.
- 5) Выступление - Мах 20 баллов.

### Пример задания промежуточной аттестации

1. Из чего состоит атом?	
А) электроны и бозоны	Б) протоны и нейтроны
В) ядро и электроны	Г) кварки и нейтрино
2. В чем измеряется размер атома?	
А) нанонгстремах	Б) микронгстремах



В) милингстремах	Г) ангстремах
3. Как называется упорядоченное расположение атомов в кристалле в строго определенных точках пространства	
А) элементарная ячейка	Б) примитивная ячейка
В) кристаллическая решетка	Г) монокристалл
4. Сколько граммов сульфата меди и гидрокарбоната натрия нужно взять чтобы вырастить малахит медленным способом?	
А) 0,275 и 0,243	Б) 2,75 и 2,43
В) 27,5 и 24,3	Г) 275 и 243
5. Могут ли 2 планеты вращаться на 1-ной орбите?	
А) могут	Б) могут, но в разных направлениях
В) могут, но в разных солнечных системах	Г) не могут
6. Как называется установившееся равномерное слоистое течение?	
А) турбулентное	Б) мимолетное
В) ламинарное	Г) неньютоновское
7. Как называется свойство тел оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой?	
А) вязкость	Б) текучесть
В) стойкость	Г) прочность
8. Какой эффект наблюдается при выливании одной неньютоновской жидкости на поверхность другой?	
А) Вайсенберга	Б) срыва потока
В) Барруса	Г) Кайе
9. Какого цвета нанозолото?	
А) красного	Б) желтого
В) оранжевого	Г) любого
10. Какие пигменты дают красный (оранжевый, розовый) цвет?	
А) каротиноиды	Б) антоцианы
В) флавоноиды	Г) хлорофиллы
11. Что такое хромофор?	
А) фрагмент усиливающий цвет	Б) фрагмент не влияющий на цвет
В) фрагмент отвечающий за цвет	Г) сложная молекула
12. Какое воздействие на цветные пигменты оказывает кислота?	
А) ослабляет цвет	Б) усиливает цвет
В) обесцвечивает	Г) никак не влияет
13. Какова длина 1 нанометра?	
А) 4 атома азота в ряд	Б) 4 атома кислорода в ряд
В) 4 атома углерода в ряд	Г) 4 атома водорода в ряд
14. Каким свойством не обладает нитинол?	
А) высокой прочностью	Б) высокой температурой плавления
В) высокой коррозионной стойкостью	Г) высокой растворимостью в живых организмах

15. При какой температуре происходит закалка нитиноловой нити?	
А) 600 °С	Б) 610 °С
В) 590 °С	Г) 900 °С
16. Каким образом быстрее всего восстановить первоначальную форму нитинола?	
А) подогреть пламенем свечи	Б) пропустить электрический ток
В) бросить в горячую воду	Г) нагреть руками
17. Как можно увидеть атом?	
А) в электронный микроскоп	Б) в оптический микроскоп
В) под лупой	Г) невооруженным глазом
18. Какая решетка расположения атомов наиболее характерна для жидкостей?	
А) гранцентрированная кубическая	Б) гексагональная
В) тетраэдрическая	Г) икосаэдр
19. Как происходит кристаллизация раствора или расплава?	
А) в присутствии давления, температуры и т.д.	Б) не происходит
В) в присутствии затравки	Г) самопроизвольно
20. Как влияет все большее снижение температуры переохлажденной жидкости?	
А) жидкость не кристаллизуется совсем	Б) жидкость кристаллизуется более быстро
В) жидкость кристаллизуется медленнее	Г) жидкость переходит в пар

**Практическая часть.** Необходимо подготовить презентацию. Время выступления 5-10 минут. Требуется: пояснить цели и задачи проекта, его актуальность и новизну, описать этапы разработки проекта.

Актуальность проекта – \_\_\_ баллов.

Новизна проекта - \_\_\_ баллов.

Современность использованных методов - \_\_\_ баллов.

Уровень готовности проекта - \_\_\_ баллов.

Выступление - \_\_\_ баллов.



## Список литературы

1. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12. 2012 г. № 273.
2. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы). Письмо МИНОБРНАУКИ России от 18 ноября 2015 г. N 09-3242.
3. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех/М. Рыбалкина. – М.: nanonewsnet.ru, 2005. – 444с.
4. Очарование нанотехнологии. / У. Хартмани. пер. с нем. – 2-е изд., испр. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 173 с.
5. Методы получения и свойства нанообъектов: монография / Н.И. Минько, В.М. Нарцев. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. – 104 с.
6. Успехи наноинженерии: электроника, материалы, структуры / Под ред. Дж. Девиса, М. Томпсона. – М.: Техносфера, 2011. – 496 с.
7. Богатство наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / [Гудилин Е.А. и др.]; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 171 с.

## Список рекомендованной литературы для обучающихся

1. Ткачук В.А. Нанотехнологии и медицина // Российские нанотехнологии, 2009. Т. 4 (7–8).
  2. Методы получения наноразмерных материалов. Курс лекций/ Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.
  3. Внизу полным-полно места: приглашение в новый мир физики / Р.Ф. Фейнман // Российский химический журнал, 2002, Т. XLVI, №5. С.4–6.
  4. Новые материалы. Под ред. Ю.С. Карабасова – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
-