

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ  
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ОБЛАСТНОЙ  
ЦЕНТР ДЕТСКОГО (ЮНОШЕСКОГО) ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА»

*Принята на заседании  
Педагогического совета  
Протокол № 1 от 31.08. 2020 г.*

*Утверждаю:  
И.о. директора ГБУ ДО  
БелОЦД(Ю)ТТ*

\_\_\_\_\_ *Н.В. Федорищева*

*Приказ №120-ОД от 31.08.2020 г.*

*Дополнительная общеобразовательная  
(общеразвивающая) программа  
«Нанотехнологии. Первый уровень»*

*(естественнонаучная направленность)*

*Возраст обучающихся: 9-15 лет*

*Срок реализации: 144 часа*

*Авторы-составители: педагог  
дополнительного образования  
Чижов Ростислав Валерьевич*

*Белгород – 2020*

Уровень: авторская, стартовый

Направленность: естественнонаучная

Авторы: Чижов Ростислав Валерьевич, Севастьянова Татьяна Юрьевна

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Нанотехнологии. Первый 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.

## 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 наноиндустрией, 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 «Основы нанотехнологий» (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 9-15 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, устанавливая 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, обучающим 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: 10-12 человек.

Группы занимаются 2 раза в неделю по 2 часа. Один академический час – 45 минут; между занятиями перерыв 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**

<b>Должны знать</b>	<b>Должны уметь</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и определения, используемые для понимания и изучения нанотехнологий,</li> <li>– основные этапы развития и становления нанотехнологии, основные направления современного развития и применения нанотехнологий,</li> <li>– основные методы и 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 основных методов получения наноматериалов;</li> <li>– технологическое оборудование и основные методы получения нанопорошков, нанослоев и компактных наноматериалов;</li> <li>– основы обработки наноструктурированных материалов; методов и технологии получения нанкомпозитов;</li> <li>– умение анализировать и предсказывать тенденции развития сегмента рынка продукции на основе наноразмерных систем;</li> <li>– знание основных параметров, определяющих свойства нанообъектов, методов и приборов их характеристики;</li> <li>– навыки построения траекторий выполнения исследовательский проектов;</li> <li>– навыки анализа полученных данных.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ориентироваться в современных направлениях нанотехнологий;</li> <li>– рационально оценивать возможности и перспективы использования нанотехнологий в различных областях человеческой деятельности;</li> <li>– работать с лабораторным оборудованием;</li> <li>– формулировать цели и задачи исследований;</li> </ul>

## 2. Содержание программы

### 2.1 Календарный учебный график

Начало учебного года: 01.09.2020 г.

Окончание учебного года: 31.05.2021 г.

Расчетная продолжительность учебного года: 144 часа

№ группы	Дни недели	Время проведения занятий
1	Среда	17:00-19:45
	Суббота	09:00-10:45

№	Разделы	№ группы	Сроки начала и окончания тем	Количество часов в теме
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	1	02.09.2020 – 05.09.2020	4
2.	Элементарное введение в нанотехнологии	1	09.09 – 17.10	24
3.	Процессы и явления в материалах.	1	21.10.2020 – 20.01.2021	48
4.	Основы физических законов макро- и микромира	1	23.01 – 10.02	12
5.	Структура и свойства материалов.	1	13.02 – 08.05	48
6.	Итоговые занятия	1	12.05 – 22.05	8

### Механизм контроля за реализацией программы

№	Название темы	Формы контроля
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	Зачетные вопросы, блиц-опрос
2.	Элементарное введение в нанотехнологии	Тестирование, онлайн-тестирование
3.	Процессы и явления в материалах.	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
4.	Основы физических законов макро- и микромира	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-тестирование
5.	Структура и свойства материалов.	Защита лабораторных работ, онлайн-тестирование, онлайн-презентация докладов
6.	Итоговые занятия	Представление презентации и прохождение итоговой аттестации

### 2.2 Учебный план

№	Разделы	Количество часов		
		Всего часов	Теория	Практика
<b>1.</b>	<b>Введение в образовательную программу, техника безопасности</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Элементарное введение в нанотехнологии</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>4</b>
2.1	История развития нанотехнологий	6	6	0
2.2	Основные направления нанотехнологий	6	6	0
2.3	Оборудование применяемое в нанотехнологиях	4	2	2
2.4	Нанотехнологии – это будущее	8	6	2
<b>3.</b>	<b>Процессы и явления в материалах.</b>	<b>48</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
3.1	Знакомство с миром симметрии кристаллов	12	4	8
3.2	Мгновенная кристаллизация	10	4	6
3.3	Материалы с памятью формы	6	2	4
3.4	Адсорбция и адсорбционные явления	8	4	4
3.5	Цеолиты	4	2	2
3.6	Решение кейса №1	8	2	6
<b>4.</b>	<b>Основы физических законов макро- и микромира</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>5.</b>	<b>Структура и свойства материалов.</b>	<b>48</b>	<b>18</b>	<b>30</b>
5.1	Коллоидные системы и их особенности	6	2	4
5.2	Эффекты в неньютоновских жидкостях	6	2	4
5.3	Полимерные гидрогели и их свойства	8	4	4
5.4	Ориентированные свойства ПВД и ПНД	6	2	4
5.5	Структурная окраска в природе и технике	8	4	4
5.6	Гамма цветов растительных пигментов	6	2	4
5.7	Решение кейса №2	8	2	6
<b>6.</b>	<b>Итоговые занятия</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>144</b>	<b>76</b>	<b>68</b>

### 2.3 Содержание учебного плана

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

Теория. Общие представления о нанотехнологии как науке. Основные термины и определения в области нанотехнологий.

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. Элементарное введение в нанотехнологии (24 ч).

Теория. История развития, основоположники и ведущие ученые, работающие в сфере нанотехнологий. Направления в нанотехнологиях.

Современные достижения науки и техники в области нанотехнологии. Нанотехнологии в различных областях производства. Нанохимия и наноматериалы. Биотехнологии и наномедицина. Оборудование нанотехнологии. Самосборка. Нанозффекты в природе. Фуллерены и углеродные нанотрубки. Ультрадисперсные наноматериалы. Нано на стыке наук. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Динамика развития нанотехнологий в России и за рубежом.

Практика. Изучение основных характеристик и свойств материалов с использованием различных наносистем. Получение наночастиц серебра. Получение наночастиц берлинской лазури.

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 (48 ч).**

Теория. Знакомство с миром симметрии кристаллов. Мгновенная кристаллизация. Материалы с памятью формы. Адсорбция и адсорбционные явления. Цеолиты - кипящие камни

Практика. Выращивание кристаллов из растворов. Получение кристаллов в ходе химических реакций. Определение температуры активации «памяти» нитинола. Закалка нитиноловой проволоки. Волна кристаллизации. Температуры переохлаждения и кристаллизации. Изучение кристаллизации вещества из газовой фазы на различных поверхностях. Изучение кристаллизации вещества из газовой фазы на пористых поверхностях. Изучение эволюции поверхности желатиновой пластины при набухании Сорбция и десорбция воды на цеолитах и тепловой эффект. Ионный обмен в цеолитах и очистка воды от тяжелых металлов, решение кейса «Кристаллическая роза».

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 физических законов микро- и макромира (12 ч).**

Теория. Атомное строение вещества. Взаимодействие частиц вещества. Механическое движение. Скорость. Методы исследования механического движения. Явление инерции. Масса. Плотность вещества. Сила. Сила тяжести. Вес. Сила упругости. Сложение сил. Равновесие тел. Центр тяжести тела. Давление. Закон Архимеда. Атмосферное давление. Сила трения. Энергия. Работа и мощность. Свойства газов, жидкостей и твердых тел. Температура. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Удельная

теплоемкость. Виды теплопередачи. Плавление и кристаллизация. Испарение и конденсация.

Практика. Решение задач по механике. Решение задач по строению вещества.

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

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

## **5. Структура и свойства материалов (48 ч).**

Теория. Коллоидные системы и их особенности. Эффекты в неньютоновских жидкостях. Полимерные гидрогели и их свойства. Ориентированные свойства ПВД (полимеры высокого давления) и ПНД (полимеры низкого давления). Структурная окраска в природе и технике. Гаммы цветов растительных пигментов.

Практика. Приготовление коллоидных систем и изучение их свойств. Получение неньютоновской жидкости на основе крахмала. Вытягивание волокна из неньютоновской жидкости. Изучение свойств гидрогеля. Изучение поверхности гранул полиэтилена. Исследование поверхности опала с помощью оптической микроскопии. Изучение светоотражающих порошков с помощью оптической микроскопии. Изучение индикаторных свойств антоцианов. Влияние металлоорганической связи в молекуле хлорофилла на цвет. Разделение смеси спирторастворимых пигментов. Решение кейса «Мост из жидкости».

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. Итоговые занятия (8 ч).**

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.

### 2.3 Календарно-тематическое планирование

№	Дата 1 гр	Всего часов	Тема учебного занятия	Содержание деятельности		Форма проведения занятия	Форма контроля
				Теория	Практика		
<b>1. Введение в образовательную программу (4 ч.)</b>							
1.	02.09.2020	2	Общие правила проведения работ в лаборатории и техника безопасности.	Вводный инструктаж по технике безопасности. Правила организации рабочего места. Правила работы с колющими и режущими предметами	Экскурсия по лаборатории.	Рассказ, экскурсия	Блиц- опрос
2.	05.09	2	Введение в образовательную программу	Общие представления о нанотехнологии, как науке. Основные термины и определения в области нанотехнологий.	-	Презентация	Беседа
<b>2. Элементарное введение в нанотехнологии (24 ч.)</b>							
<b>2.1 История развития нанотехнологий</b>							
3 4	09.09 12.09	4	Имена ученых и их вклад вписанные в историю нанотехнологий.	Основоположники и ведущие ученые, работающие в сфере нанотехнологий.	-	Рассказ, презентация	Беседа
5	16.09	2	Краткая справка по истории развития нанотехнологий	Основные даты в развитии нанотехнологий		Рассказ, презентация	Беседа
<b>2.2 Основные направления нанотехнологий</b>							
6	19.09	2	Направления в нанотехнологиях.	Общие представления об основные направления, в которых развиваются нанотехнологии.	-	Рассказ презентация	Опрос, тест

7	23.09	2	Нанотехнологии в различных областях производства.	Нанохимия и наноматериалы. Нанотехнологии в материаловедении и электронике	-	Рассказ, презентация	Опрос, тест
8	26.09	2	Нанотехнологии в различных областях производства.	Биотехнологии и наномедицина Нанотехнологии и экология	-	Рассказ, презентация	Беседа
<b>2.3 Оборудование применяемое в нанотехнологиях</b>							
9 10	30.09 03.10	4	Оборудование нанотехнологий	Различные виды микроскопов: сканирующий туннельный микроскоп (СТМ), атомно-силовой микроскоп (АСМ), сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ). Самосбока.	Экскурсия в лабораторию. «Получение наночастиц серебра».	Рассказ, экскурсия, презентация	Блиц- опрос
<b>2.4 Нанотехнологии – это будущее</b>							
11	07.10	2	Наноэффекты в природе	Изучение наноэффектов в природе на примере лапок геккона, эффекта лотоса.	-	Презентация, рассказ	Беседа
12 13	10.10 14.10	4	Наноматериалы	Фуллерены и углеродные нанотрубки. Ультродисперсные материалы	«Получение частиц берлинской лазури»	Презентация и рассказ	Тест
14	17.10	2	Нанотехнологии – это наше будущее.	Нано на стыке наук. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы. Динамика развития нанотехнологий в России и за рубежом	-	Презентация	Беседа
<b>3. Процессы и явления в материалах (48 ч)</b>							

<b>3.1 Знакомство с миром симметрии кристаллов</b>							
15 16 17	21.10 24.10 28.10	6	Что такое кристалл?	Понятие кристалл. Понятие минерал. Различие между поли- и монокристаллом. Понятие изотропия. Аморфное состояние.	«Выращивание кристаллов из растворов» (4 ч).	Презентация, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы
17 19 20	31.10 07.11 11.11	6	Симметрия в кристаллах	Понятие симметрии. Виды симметрии. Понятие кристаллизации. Дефекты в кристаллической решетке. Дендриты. Сферолиты. Двойникование.	«Получение кристаллов в ходе химической реакции» (4 ч).	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы, блиц-опрос
<b>3.2 Мгновенная кристаллизация</b>							
21 22	14.11 18.11	4	Кристаллическое состояние.	Расположение молекул, в газе, в жидкости, в аморфном веществе, в кристалле.	«Изучение волны кристаллизации» (2 ч).	Лекция, лабораторная работа	Тестирование , допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
23 24 25	21.11 25.11 28.11	6	Переохлаждение и устойчивость	Процесс кристаллизации из растворов или расплавов. Стадии кристаллизации из растворов или расплавов.	«Изучение температур переохлаждения и кристаллизации» и «Переохлаждение воды» (4 ч).	Лекция, лабораторная работа.	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
<b>3.3 Материалы с памятью формы</b>							



26 27 28	02.12 05.12 09.12	6	Материалы с памятью формы	Краткая история открытия эффекта памяти формы (ЭПФ). Структурные фазовые превращения. Применение материалов с ЭПФ.	«Определение температуры активации «памяти» нитинола, лабораторная работа: «Закалка нитиноловой проволоки» (4 ч).	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы, опрос
<b>3.4 Адсорбция и адсорбционные явления</b>							
29 30	12.12 16.12	4	Сорбционные процессы на поверхности	Понятие сорбции. История применения сорбции. Немного о микромире. Понятие адсорбции и абсорбции.	«Изучение кристаллизации вещества из газовой фазы на различные поверхности». (2 ч)	Демонстрационные опыты, лабораторная работа, лекция	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
31 32	19.12 23.12	4	Межмолекулярное взаимодействие	Ван-дер-Ваальсово взаимодействие. Водородные связи. Промежуточная или смешанная сорбция.	«Изучение поверхности желатиновой пластины при набухании». (2 ч)	Лабораторные работы, лекция	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение.
<b>3.5 Цеолиты</b>							
33 34	26.12 30.12	4	Особенности строения силикатов. Составы и структуры цеолитов	Что такое силикаты. Островные, кольцевые, цепочечные, слоистые, каркасные силикаты. Строение и состав силикатов земной коры. Понятие цеолиты. Полезные свойства цеолитов	«Сорбция и десорбция воды на цеолитах и тепловой эффект» (2 ч)	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
<b>3.6 Решение кейса №1</b>							

35	09.01.2021	2	Создание эскиза кристаллической розы	Повторение теории кристаллизации вещества и ее законов	-	Лекция	Блиц-опрос
36 37 38	13.01 16.01 20.01	6	Создание кристаллической розы из различных минералов	-	Выращивание затравок и полноценных кристаллов заданной формы и размеров, сборка в одну композицию	Лабораторная работа	Сдача готового изделия
<b>4. Основы физических законов микро- и макромира (12 ч)</b>							
39	23.01	2	Строение вещества	Атомное строение вещества. Взаимодействие частиц.	Решение задач	Презентация, лекция, практическая работа	Решение задач, опрос
40	27.01	2	Движение. Взаимодействие. Масса.	Механическое движение. Скорость. Явление инерции. Средняя скорость ускорение. Масса и плотность вещества.	Решение задач	Презентация, лекция, практическая работа	Решение задач, опрос
41	30.01	2	Силы вокруг нас	Сила. Сила тяжести. Вес. Сила упругости. Сложение сил. Равнодействующая сила. Центр тяжести. Сила трения.	Решение задач	Презентация, лекция, практическая работа	Решение задач, опрос
42	03.02	2	Давление	Закон Архимеда. Атмосферное давление. Давление твердых тел, жидкостей и газов.	Решение задач	Презентация, лекция, практическая работа	Решение задач, опрос

43	06.02	2	Работа. Мощность. Энергия	Общие понятия: работа, мощность и энергия. Механическая работа. Источники энергии	Решение задач	Презентация, лекция, практическая работа	Решение задач, опрос
44	10.02	2	Агрегатные состояния вещества.	Температура. Виды теплопередачи. Плавление и кристаллизация. Испарение и конденсация.	Решение задач	Презентация, лекция, практическая работа	Решение задач, опрос
<b>5. Структура и свойства материалов (48 ч).</b>							
<b>5.1 Коллоидные системы и их особенности</b>							
45	13.02	2	Дисперсные системы	Дисперсные системы. Взвеси. Коллоидные системы. Классификация коллоидных систем	Демонстрационн ый опыт «Туман в бутылке»	Лекция, демонстрацио нный опыт	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение
46 47	17.02 20.02	4	Коллоидные системы	Методы получения и строение золей. Примеры коллоидных систем.	«Получение и свойства коллоидных систем» (2 ч)	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение.
<b>5.2 Эффекты в неньютоновских жидкостях</b>							
48 49 50	24.02 27.02 03.03	6	Ньютоновские и неньютоновские жидкости	Псевдопластичные жидкости. Дилатантные жидкости. Пластичные жидкости. Эффекты неньютоновского поведения	«Получение неньютоновской жидкости на основе крахмала» и «Вытягивание волокна неньютоновской жидкости» (4 ч).	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
<b>5.3 Полимерные гидрогели и их свойства</b>							

51 52	06.03 10.03	4	Набухание и структура гидрогелей	Что такое гидрогели. Что такое набухание. Степень набухания	Практическая работа «Наглядное изображение структур гидрогелей» (2 ч)	Лекция, практическая работа	Беседа, опрос
53 54	13.03 17.03	4	Примеры гидрогелей и их применение	Гидрогельные капсулы. Биосовместимость гидрогелей	«Определение коэффициента набухания»(2 ч)	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение.
<b>5.4 Ориентированные свойства ПВД и ПНД</b>							
55	20.03	2	Полимеры	Определение полимеров. Синтез полимеров. Строение полимеров.	Практическая работа «Наглядное изображение структур полимеров» (2 ч)	Лекция, практическая работа	Беседа, опрос
56 57	24.03 27.03	4	Применение полимеров	Технологическое использование полимеров. Эффект Ребиндера	«Изучение поверхности гранул полиэтилена» (2 ч)	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение.
<b>5.5 Структурная окраска в природе и технике</b>							
58 59	31.03 03.04	4	Структурная окраска в различных структурах.	Тонкие пленки. Интерференция света. Природные дифракционные решетки	«Изучение поверхности опала с помощью оптической микроскопии» (2 ч)	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение.

60 61	07.04 10.04	4	Фотонные кристаллы.	Природные и искусственные фотонные кристаллы	«Изучение светотражающих порошков с помощью оптической микроскопии» (2 ч)	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе и ее выполнение.
<b>5.6 Гамма цветов растительных пигментов</b>							
62 63 64	14.04 17.04 21.04	6	Химия и физика цвета растительных пигментов. Состав, строение и свойства растительных пигментов	Растительные пигменты. Виды и источники пигментов. Цвет в физике. Цвет в химии. Антоцианы. Каротиноиды. Хлорофиллы. Строение их молекул. Растительные пигменты на службе человека	«Изучение индикаторных свойств антоцианов» и «Влияние металлоорганической связи на цвет».	Лекция, лабораторная работа	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
<b>5.7 Решение кейса №2</b>							
65	24.04	2	Эффекты неньютоновских жидкостей и их применение в промышленности	Изучение поведения неньютоновской жидкости в различных условиях и рассмотрение применения ее эффектов в промышленности	Проверка эффектов неньютоновских жидкостей	Лекция, лабораторная работа	Блиц-опрос, выполнение лабораторной работы
66 67 68	28.04 05.05 08.05	6	Теоретический и практический состав неньютоновской жидкости для постройки моста	Теоретический подбор состава и необходимых компонентов для создания неньютоновской жидкости низкой плотности и не растворимой в воде	Практическая апробация рассчитанных составов неньютоновских жидкостей	Лекция, лабораторная работа	Создание успешная апробация состава для «жидкого моста»
<b>6. Итоговые занятия (8 ч)</b>							
69 70 71	12.05 15.05 19.05	6	Подготовка презентаций по выбранной теме	Выбор тем. Работа с компьютером. Графический редактор	Подготовка презентации	Презентация, беседа, рассказ	Вопросы
72	22.05	2	Итоги года	Разбор прошедшего материала.	-	Опрос, тест, квест	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 государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Белгородский областной Центр детского (юношеского) технического творчества», детского технопарка «Кванториум»:*

- 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 объёма 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.

### **3.3 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:** 20 вопросов в форме тестов, каждый вопрос 1 балл. Максимум – 20 баллов.

**Практическая часть:** защита проектов.  
Максимум – 80 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** – защита проекта. Необходимо подготовить презентацию. Время выступления 5-10 минут. Требуется: пояснить цели и задачи проекта, его актуальность и новизну и 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 нанобъектов: 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.

КЕЙС №1

Тема занятия/Название кейса	<b>Кристалльная роза</b>
Количество часов	8
Пояснительная записка	<p><i>Целями данного модуля являются:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) понимание того, как происходят процессы кристаллизации минералов;</li> <li>2) понимание алгоритма, по которому можно определять и рассчитывать необходимые физико-механические параметры при производстве искусственных кристаллов, как в промышленных условиях, так и в условиях лабораторных исследований;</li> <li>3) понимание принципов кристаллизации минералов из растворов и расплавов;</li> <li>4) получение навыков работы со специализированным ПО, по кристаллографическому построению кристаллических решеток материала, изучение основных законов симметрии;</li> <li>5) получение навыка проведения эксперимента с применением реального оборудования;</li> <li>6) создание кристаллического тела из раствора или расплава заданной геометрической формы;</li> <li>7) предложение в модификации строения кристаллической решетки, за счет формирования единой кристаллической структуры на основе 2-х и более минералов.</li> </ol> <p>Группам учеников будет предложена задача, связанная с необходимостью вырастить кристаллическую структуру заданной геометрической формы, используя два метода выращивания: из раствора и из расплава.</p> <p>Ученикам будет дана методика проведения эксперимента на исследование известных кристаллических решеток, подбор наиболее оптимального способа роста кристаллов, а также создание декоративного украшения при сборке выращенных структур в общую композицию «Кристалльная роза».</p> <p>В задачу преподавателя входит мониторинг работы групп и предложение группе наводящих вопросов и подсказок, приведение контрпримеров для ошибочных методов. Организация площадки для проведения эксперимента и помощь в подборе необходимого оборудования и инструментов.</p> <p>Вспомогательные ресурсы и материалы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методическое пособие – Многообразие кристалльного мира</li> <li>2. База данных структур American Mineralogist. - This site is an interface to a crystal structure database that includes every structure published in the American Mineralogist, The Canadian Mineralogist, and the European Journal of Mineralogy: <a href="http://www.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php/">http://www.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php/</a></li> <li>3. Минералогическая база данных (включая рентгенограммы, 3d-модели простых форм и т.д.): <a href="http://www.mindat.org/">http://www.mindat.org/</a></li> <li>4. DLS-76 - геометрическое моделирование структур методом наименьших квадратов: <a href="http://www.ccp14.ac.uk/ccp/web-mirrors/ethz-">http://www.ccp14.ac.uk/ccp/web-mirrors/ethz-</a></li> </ol>

	<a href="web/LFK/software/xrs/dls76.html">web/LFK/software/xrs/dls76.html</a>
Оборудование, используемое для изучения явлений	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Оптический микроскоп БиОптик</li><li>2. Компьютер с программным обеспечением</li><li>3. Химические реактивы</li><li>4. Набор лабораторной посуды</li></ol>

КЕЙС №2

Тема занятия/Название кейса	<b>Мост из жидкости</b>
Количество часов	8
Пояснительная записка	<p><i>Целями данного модуля являются:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) понимание того, что понимают под термином неньютоновские жидкости;</li> <li>2) понимание алгоритма, по которому можно спроектировать необходимый состав неньютоновской жидкости;</li> <li>3) понимание принципов работы неньютоновских жидкостей и условий их эксплуатации в промышленности и быту, изучение эффектов неньютоновского поведения;</li> <li>5) получение навыка проведения эксперимента с применением реального оборудования;</li> <li>6) создание неньютоновской жидкости заданного состава с необходимыми физико-техническими характеристиками;</li> <li>7) предложение в модификации способов создания неньютоновских жидкостей с использованием современного научного оборудования.</li> </ol> <p>Группам учеников будет предложена задача, связанная с необходимостью разработать водонерастворимый состав неньютоновской жидкости, способный при использовании создавать на поверхности открытого источника воды пленку, способную выдержать вес человека при быстрой ходьбе.</p> <p>Ученикам будет дана методика проведения эксперимента на исследование известных составов неньютоновских жидкостей, подбор наиболее оптимального способа создания неньютоновских жидкостей в современных условиях, а также изучение эффектов неньютоновского поведения жидкости и анализирование способов их нестандартного применения.</p> <p>В задачу преподавателя входит мониторинг работы групп и предложение группе наводящих вопросов и подсказок, приведение контрпримеров для ошибочных методов. Организация площадки для проведения эксперимента и помощь в подборе необходимого оборудования и инструментов.</p> <p>Вспомогательные ресурсы и материалы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методическое пособие – Неньютоновские жидкости</li> <li>2. Просмотр роликов в сети Интернет, о современных способах использования неньютоновских жидкостей и их эффектов.</li> </ol>
Оборудование, используемое для изучения явлений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптический микроскоп БиОптик</li> <li>2. Твердомер</li> <li>3. Рефрактометр</li> <li>4. Химические реактивы</li> <li>5. Набор лабораторной посуды</li> </ol>