

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
«Общая физика и химия твердых тел»*

(естественнонаучная направленность)

Возраст обучающихся 10 – 17 лет

Срок реализации – 1 год

*Автор-составитель: педагог
дополнительного образования
Чижев Ростислав Валерьевич*

Белгород – 2020

Уровень: авторская, углубленный

Направленность: естественнонаучная

Автор: Чижов Ростислав Валерьевич

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Общая физика и химия твердых тел» 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 «Общая физика и химия твердых тел» (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 10-17 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: 10-17 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: 5-12 человек.

Группы занимаются 2 раза в неделю по 3 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

Должны знать	Должны уметь
<ul style="list-style-type: none"> – основные понятия и определения, используемые для понимания и изучения нанотехнологий; – основные этапы развития и становления нанотехнологии, основные направления современного развития и применения нанотехнологий; – основные методы и инструментарий, используемые для получения, наблюдения и исследования нанообъектов; – отличительные особенности наносостояния материалов; – основные параметры, определяющие свойства нанообъектов, методы и приборы их характеристики; – классификацию, возможности и назначение основных методов получения наноматериалов; – знание основных параметров, определяющих свойства нанообъектов, методов и приборов их характеристики; – навыки построения траекторий выполнения исследовательский проектов; – навыки анализа полученных данных – законы теплового движения и теплового массопереноса; – энергонасыщенность материальных тел; – образование различных атмосферных явлений и зависимость их от внешних параметров среды; – устройство и принципы работы двигателей внутреннего сгорания; – основы молекулярно-кинетической теории; – законы осмоса и начала термодинамики; – современные методы изучения наносостояния объектов с использованием сканирующей зондовой микроскопии; – основы процесса построения проектной деятельности и жизненного цикла проекта. 	<ul style="list-style-type: none"> – ориентироваться в современных направлениях нанотехнологий; – рационально оценивать возможности и перспективы использования нанотехнологий в различных областях человеческой деятельности; – работать с лабораторным оборудованием; – формулировать цели и задачи исследований; – определять энергонасыщенность материальных тел и использовать энергонасыщенные состояния материалов для выполнения полезной работы; – измерять и иметь представление об атмосферных явлениях, причинах их проявления и вероятных способах воздействия на них; – разбираться в принципах работы и устройстве двигателей внутреннего сгорания; – работать на сканирующем зондовом микроскопе и обрабатывать полученные изображения.

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: 216 часов

№ группы	Дни недели	Время проведения занятий
1	Понедельник	17:00-19:45
	Четверг	17:00-19:45

№	Разделы	Сроки начала и окончания тем	Количество часов в теме
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	03.09.2020	3
2.	Свойства и структура материалов	07.09 – 01.10	24
3.	Явления и свойства сред окружающих твердые тела	05.10 – 29.10	24
4.	Молекулярная физика	02.11 – 10.12	36
5.	Изучение сканирующего зондового микроскопа	14.12.2020 – 28.01.2021	36
6.	Проектная деятельность	01.02 – 13.05	87
7.	Итоговые занятия	17.05 – 20.05	6

Механизм контроля за реализацией программы

№	Название темы	Формы контроля
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	Зачетные вопросы, бриц-опрос
2.	Свойства и структура материалов	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
3.	Явления и свойства сред, окружающих твердые тела	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
4.	Молекулярная физика	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
5.	Изучение сканирующего зондового микроскопа	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
6.	Проектная деятельность	Защита проектов
7.	Итоговые занятия	Тестирование

2.2 Учебный план

№	Разделы	Количество часов		
		Всего часов	Теория	Практика
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	3	3	0
2.	Свойства и структура материалов	24	12	12
2.1	Мгновенная кристаллизация	6	3	3
2.2	Тепловое движение, теплопроводность, внутренняя энергия	6	3	3
2.3	Энергия материальных тел	6	3	3
2.4	Полимерные гидрогели и их свойства	6	3	3
3.	Явления и свойства сред, окружающих твердые тела	24	12	12
3.1	Атмосферные явления	6	3	3
3.2	Давление, влажность воздуха и методы их измерения	6	3	3
3.3	Методы и приборы измерения атмосферных явлений	6	3	3
3.4	Двигатель внутреннего сгорания и его аналоги	6	3	3
4.	Молекулярная физика	36	15	21
4.1	Основы молекулярно-кинетической теории	6	3	3
4.2	Молекулярная природа красок и пигментов, синтетические и природные виды красителей.	6	3	3
4.3	Виды и свойства диффузии твердых тел	6	3	3
4.4	Основы термодинамики	9	3	6
4.5	Адсорбционные явления	9	3	6
5.	Изучение сканирующего зондового микроскопа	36	15	21
5.1	Основы сканирующей зондовой микроскопии	6	3	3
5.2	Зонды СЗМ	6	3	3
5.3	Наноэдюкатор II – устройство и программное обеспечение.	9	3	6
5.4	Формирование и обработка СЗМ изображений	9	3	6
5.5	Другие виды атомно-силовой микроскопии	6	3	3
6.	Проектная деятельность	87	30	57
7.	Итоговые занятия	6	3	3
	ВСЕГО	216	78	138

2.3 Содержание учебного плана

1. Введение в образовательную программу, техника безопасности (3 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: проведение блиц-опроса.

2. Свойства и структура материалов (24 ч).

Теория. Тепловое движение. Температура. Внутренняя энергия и способы ее изменения. Теплопроводность. Конвекция. Излучение. Количество и единица количества теплоты. Удельная теплоемкость. Энергия топлива. Закон сохранения и превращения энергии. Удельная теплота плавления. Кристаллическое состояние. Переохлаждение и устойчивость. Полимерные гидрогели и их свойства.

Практика. Изучение основных характеристик и свойств материалов с использованием различных наносистем. Изучение на примере лабораторных работ явлений теплопроводности, конвекции, излучения материалами энергии. Практическая демонстрация закона сохранения энергии и его использование в механизмах и производстве. Волна кристаллизации. Переохлаждение воды. Кристаллическое состояние материальных тел. Набухание и структура гидрогелей. Примеры применения гидрогелей.

Формы проведения занятий: лекции, лабораторные и практические занятия.

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

3. Явления и свойства сред, окружающих твердые тела (24 ч).

Теория. Агрегатные состояния вещества. Плавление и отвердевание кристаллических тел. Испарение. Насыщенный и ненасыщенный пар. Кипение. Влажность воздуха. Удельная теплота парообразования и конденсации. Работа газа при расширении. Двигатель внутреннего сгорания. КПД теплового двигателя. Вес воздуха. Атмосферное давление. Манометр. Барометр-анероид. Гидравлический пресс. Действие жидкости и газа на погруженное в них тело. Архимедова сила. Штормглас, эксперименты и гипотезы.

Практика. Исследование агрегатных состояний и свойств материальных тел. Изучение работы насыщенного и ненасыщенного пара. Определение влажности воздуха и изучение способов его регулировки. Принцип и работа двигателя внутреннего сгорания. Изготовление штормгласа, барометра, гидравлического пресса, манометра и термометров. Наблюдение за атмосферными явлениями (дневник путешественника).

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 пройденного материала, дневник

путешественника, выполнение домашнего задания, онлайн-тестирование, онлайн-презентация докладов, решение кейса.

4. Молекулярная физика (36 ч).

Теория. Атомное строение вещества. Взаимодействие частиц вещества. Масса. Плотность вещества. Сила. Сила тяжести. Вес. Сила упругости. Сложение сил. Равновесие тел. Центр тяжести тела. Сила трения. Энергия. Структурная окраска. Фотонные кристаллы. Сорбция и ее виды. Резонанс. Атом и его строение. Радиоактивность. Ядерные реакции. Термоядерные реакции. Атомная энергетика. Плазма. Диффузия и ее виды.

Практика. Повторение опытов Резерфорда. Лабораторные работы на определение плотности, упругости, твердости, текучести и окраски различных материалов. Практические задачи на преодоления порога трения физических тел. Эксперименты по сорбции материальных тел. Изучение диффузии и ее видов на примере коллоидных растворов.

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

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

5. Изучение сканирующего зондового микроскопа (36 ч).

Теория. История изучения магнитно-силовой микроскопии. История создания и постройки сканирующего зондового микроскопа (СЗМ). Принцип работы СЗМ. Сканирующие элементы (зонды) СЗМ. Устройства для прецизионных перемещений зонда образца. Защита прибора от внешних воздействий. Атомно-силовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия. Электросиловая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия.

Практика. Формирование и обработка СЗМ изображений. Исследование поверхности твердых тел полуконтактным методом атомно-силовой микроскопии. Артефакты в сканирующей зондовой микроскопии. Изготовлении зондов для СЗМ. Исследование поверхности твердых тел методами сканирующей туннельной микроскопии. Зондовая литография. Калибровка сканеров и прибора.

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

Формы подведения итогов: опрос, блиц-опрос, выполнение лабораторных работ с предварительным допуском, промежуточное тестирование, создание проекта по исследованию твердого тела методом зондовой микроскопии и создание изображения на его поверхности методом литографии, выполнение домашнего задания, онлайн-тестирование, онлайн-презентация докладов, решение кейса.

6. Проектная деятельность (87 ч).

Теория. Введение представления о проектной деятельности. Уровни сложности проектов. 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 (6 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, деловые игры, дебаты.

Формы подведения итогов: тестирование, блиц-опрос.

2.3 Календарно-тематическое планирование

№	Дата	Всего часов	Тема учебного занятия	Содержание деятельности		Форма проведения занятия	Форма контроля
				Теория	Практика		
1. Введение в образовательную программу, техника безопасности (3 ч.)							
1.	03.09.20	3	Общие правила поведения в химических и физических лабораториях и техника безопасности.	Вводный инструктаж по технике безопасности. Правила организации рабочего места. Правила работы с колющими и режущими предметами. Правила работы с химическими реактивами и физическими установками. Ознакомление с темами и разделами программы обучения. Общие представления о нанотехнологии, как науке. Основные термины и определения в области нанотехнологий.	Экскурсия по лаборатории.	Рассказ, экскурсия	Блиц- опрос
2. Свойства и структура материалов (24 ч.)							
2.1 Мгновенная кристаллизация							
2.	07.09	3	Теория кристаллического состояния материала	Кристаллическое состояние вещества. Виды и типы кристаллизации твердых тел. Переохлаждение и устойчивость.	-	Рассказ, презентация	Беседа
3.	10.09	3	Кристаллизация из растворов и расплавов	Проведение кристаллизации из растворов и расплавов. Зависимость физических и химических характеристик кристаллов в зависимости от вида кристаллизации.	Волна кристаллизации, температура переохлаждения и кристаллизации	Рассказ, презентация	Выполнение лабораторной работы
2.2 Тепловое движение, теплопроводность, внутренняя энергия							
4.	14.09	3	Теплофизические характеристики материалов	Тепловое движение. Температура. Внутренняя энергия и способы ее изменения. Теплопроводность. Конвекция. Излучение.	-	Рассказ презентация	Опрос, тест

5.	17.09	3	Тепло- и массоперенос	Количество и единица количества теплоты. Удельная теплоемкость. Удельная теплота плавления.	Установление способов теплопередачи между физическими телами и способы ее измерения	Рассказ, презентация	Опрос, тест, выполнение лабораторных работ.
2.3 Энергия материальных тел							
6.	21.09	3	Внутренняя энергия тел	Энергия топлива. Закон сохранения и превращения энергии.	-	Рассказ, презентация	Опрос
7.	24.09	3	Передача энергии между телами	Изучение на примере лабораторных работ явлений теплопроводности, конвекции, излучения материалами энергии.	Практическая демонстрация закона сохранения энергии и его использование в механизмах и производстве.	Рассказ, презентация, демонстрационные опыты	Выполнение лабораторных работ, ответы на контрольные вопросы
2.4 Полимерные гидрогели и их свойства							
8.	28.09	3	Гидрогели	Изучение состава и свойств полимерных гидрогелей. Примеры гидрогелей.	-	Презентация, рассказ	Блиц- опрос
9.	01.10	3	Свойства гидрогелей	-	Набухание и структура гидрогелей, примеры применения гидрогелей.	Презентация и рассказ	Тест, выполнение лабораторной работы.
3. Явления и свойства сред, окружающих твердые тела (24 ч)							
3.1 Атмосферные явления							
10. 11.	05.10 08.10	6	Атмосферные явления	Атмосферные явления, их виды, классификация, причины возникновения и негативные последствия.	-	Презентация, лекция	Беседа, опрос
3.2 Давление, влажность воздуха и методы их определения							

12.	12.10	3	Давление и влажность	Испарение. Насыщенный и ненасыщенный пар. Кипение. Влажность воздуха. Удельная теплота парообразования и конденсации.	-	Лекция, презентация	Дискуссия, беседа.
13.	15.10	3	Давление и влажность воздуха, методы определения	Исследование агрегатных состояний и свойств материальных тел.	Изучение работы насыщенного и ненасыщенного пара, определение влажности воздуха и изучение способов его регулировки.	Лекция, лабораторная работа.	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
3.3 Методы и приборы измерения атмосферных явлений							
14.	19.10	3	Методы и приборы измерения атмосферных явлений	Вес воздуха. Атмосферное давление. Манометр. Барометр-анероид. Гидравлический пресс.	-	Лекция, презентация	Опрос
15.	22.10	3	Методы и приборы измерения атмосферных явлений	-	Действие жидкости и газа на погруженное в них тело. Архимедова сила, штормгласс, эксперименты и гипотезы.	Лекция, лабораторная работа.	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
3.4 Двигатель внутреннего сгорания							
16.	26.10	3	Двигатель внутреннего сгорания	Работа газа при расширении. Двигатель внутреннего сгорания. КПД теплового двигателя.	-	Лекция, презентация	Блиц-опрос.

17.	29.10	3	Экспериментальный двигатель внутреннего сгорания	-	Принцип и работа двигателя внутреннего сгорания.	Демонстрационные опыты, лабораторная работа, лекция	Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы.
4. Молекулярная физика (36 ч)							
4.1 Основы молекулярно-кинетической теории							
18.	02.11	3	Молекулярно-кинетическая теория	Атомное строение вещества. Взаимодействие частиц вещества. Масса. Плотность вещества. Вес. Сила упругости.	-	Презентация, лекция.	Опрос
19.	05.11	3	Определение физических параметров материального тела	Взаимодействие тел на молекулярном уровне.	Определение массы, плотности, вязкости и других физических характеристик материалов.	Презентация, лекция, практическая работа	Выполнение лабораторных работ, опрос
4.2 Молекулярная природа красок и пигментов, синтетические и природные виды красителей							
20.	09.11	3	Молекулярная природа красок	Структурная окраска в природе и технике, природные дифракционные решетки. Фотонные кристаллы.	-	Презентация, лекция	Опрос
21.	12.11	3	Природа цвета	Способы создания и производства красителей	Получение пигментов из органических и неорганических веществ	Презентация, лекция, практическая работа	Выполнение лабораторных работ, опрос
4.3 Виды и свойства диффузии твердых тел							
22.	16.11	3	Теория диффузии	Диффузия в твердых и жидких веществах, ее виды и свойства. Применение в технике и на производстве.	-	Презентация, лекция	Опрос

23.	19.11	3	Полупроницаемые мембраны	Изучение принципа работы мембран.	Получение полупроницаемой мембраны, изучение ее свойств.	Презентация, лекция	Тестирование, лабораторная работа
4.4 основы термодинамики							
24.	23.11	3	Термодинамическое состояние вещества	Ядерные реакции. Радиоактивность. Термоядерные реакции. Атомная энергетика	-	Презентация, лекция	Опрос, беседа
25. 26.	26.11 30.11	6	Открытие малых частиц	-	Моделирование опытов Резерфорда, Кюри.	Презентация, лекция	Опрос, беседа, выполнение лабораторной работы
4.5 Адсорбционные явления							
27. 28. 29.	03.12 07.12 10.12	9	Сорбция в твердых телах	Теория сорбции, ее виды и примеры применения.	Поверхностная, объемная, молекулярная сорбция	Презентация, лекция	Опрос, беседа, выполнение лабораторной работы
5. Изучение сканирующего зондового микроскопа (36 ч).							
5.1 Основы сканирующей зондовой микроскопии							
30.	14.12	3	СЗМ	История изучения магнитно-силовой микроскопии. История создания и постройки сканирующего зондового микроскопа (СЗМ). Принцип работы СЗМ.	-	Презентация, лекция	Блиц-опрос
31.	17.12	3	Метод сканирования зондом	-	Исследование поверхности твердых тел полуконтактным методом	Презентация, лекция	Выполнение лабораторной работы

5.2 Зонды СЗМ							
32.	21.12	3	Зонды СЗМ	Устройство и принцип работы зондов в СЗМ.	Практическая демонстрация зонда и его работы	Презентация, лекция	Опрос, беседа
33.	24.12	3	Изготовление зондов СЗМ	Методы изготовления зондов в промышленных условиях и «своими руками».	Изготовление зонда СЗМ	Презентация, лекция	Выполнение лабораторной работы
5.3 Наноздьюкатор II – устройство и программное обеспечение							
34.	28.12	3	Программа Наноздьюкатор II	Изучение программного обеспечения сканирующего зондового микроскопа	Знакомство с программой	Презентация, лекция	Опрос, беседа, тестирование
35. 36.	31.12 11.01.21	6	Запуск и настройка Наноздьюкатора II	-	Ознакомление с функционалом программы, запуск оборудования	Демонстрация работы прибора	Включение и работа прибора
5.4 Формирование и обработка СЗМ изображений							
37. 38. 39.	14.01 18.01 21.01	9	Изображения с СЗМ	Получение СЗМ изображение, его описание и обработка	Сканирование поверхности твердых тел различными методами атомно-силовой микроскопии	Демонстрация работы прибора	Получение и обработка индивидуального СЗМ изображения
5.5 Другие виды атомно-силовой микроскопии							

40.	25.01	3	Виды атомно-силовой микроскопии	Сканирующая туннельная микроскопия. Электросиловая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия	-	Презентация, лекция	Опрос, беседа, тестирование
41.	28.01	3	Зондовая литография	Литография и ее виды на различных приборах	Работа с зондами для литографии	Презентация, лекция, демонстрация работы прибора	Демонстрация изображения методом литографии
6. Проектная деятельность (87 ч).							
42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51.	01.02 04.02 08.02 11.02 15.02 18.02 22.02 25.02 01.03 04.03	30	Теория проектной деятельности	Введение в проектную деятельность, этапы построения и разработки проекта, метод SCRUM работы над проектом	Создание презентаций, создание плана проекта	Лекция, демонстрация успешных проектов	Беседа, выступление, конференции, участие в конкурсах
52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65.	11.03 15.03 18.03 22.03 25.03 29.03 01.04 05.04 08.04 12.04 15.04 19.04 22.04 26.04	57	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

66.	29.04						
67.	03.05						
68.	06.05						
69.	10.05						
70.	13.05						
7. Итоговые занятия (6 ч)							
71.	17.05	3	Подготовка презентаций по теме проекта	Подготовка и проведение межкванторианской конференции проектов	Подготовка презентации	Презентация, дебаты, рассказ	Вопросы
72.	20.05	3	Итоги года. Промежуточная аттестация.	Разбор прошедшего материала, проведение аттестации	Тестирование, защита проектов	-	Тест

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.

3.5 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 промежуточной аттестации

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.

Представляет собой защиту собственного проекта. 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 ядро атома?	
А) электроны и нейтроны	Б) протоны и нейтрино
В) протоны и нейтроны	Г) протоны и электроны
2. Что такое кристалл?	
А) твердое тело, имеющее симметричное строение	Б) твердое тело, имеющее упорядоченное и симметричное строение
В) твердое тело, имеющее упорядоченное строение	Г) твердое тело, имеющее неупорядоченное симметричное строение
3. Как называется элементарная структура, внутри которой не содержится атомов?	
А) кристаллическая решетка	Б) элементарная ячейка
В) безатомная ячейка	Г) примитивная ячейка
4. Какой эффект наблюдается после смешивания растворов гидрокарбоната натрия с сульфатом меди (медным купоросом) при получении малахита медленным способом?	
А) выпадение осадка	Б) ничего не наблюдается
В) зеленение раствора	Г) вспенивание
5. Какие элементы вращаются внутри атома?	
А) протоны	Б) электроны
В) нейтроны	Г) верны все варианты
6. Как называются жидкости у которых при увеличении скорости сдвига наблюдается увеличение вязкости?	
А) дилатантные	Б) бингамовские
В) псевдопластичные	Г) идеальные
7. Какой эффект наблюдается при вытягивании неньютоновской жидкости	
А) Барруса	Б) эффект срыва потока
В) Кайе	Г) Вайсенберга
8. Как называют дисперсные системы, состоящие из частиц, распределенных в жидкости?	
А) супези	Б) растворы
В) неньютоновские жидкости	Г) ньютоновские жидкости
9. Что прочнее графена?	
А) нитинол	Б) алмаз
В) графеновые нанотрубки	Г) фуллерен
10. Что такое растительные пигменты?	
А) большие органические молекулы сложного строения	Б) большие неорганические молекулы регулярного строения

В) большие органические молекулы простого строения	Г) большие неорганические молекулы симметричного строения
11. Чем характеризуется цвет?	
А) длиной и частотой электромагнитных волн	Б) частотой и амплитудой электромагнитных волн
В) амплитудой и скоростью электромагнитных волн	Г) скоростью и длиной электромагнитных волн
12. Какое влияние на растительные пигменты оказывает щелочь?	
А) усиляет цвет	Б) ослабляет цвет
В) обесцвечивает	Г) не оказывает влияние
13. Вокруг чего вращается солнце?	
А) вокруг Земли	Б) вокруг своей оси
В) вокруг другого солнца	Г) вокруг центра галактики
14. Какой металл не используют при производстве материалов с ЭПФ?	
А) золото	Б) серебро
В) свинец	Г) платина
15. Каким превращением описывается бездиффузионное перемещение атомов исходной фазы на расстояние меньше межатомных?	
А) аустенитным	Б) мартенситным
В) аустенит-мартенситным	Г) мартенсит-аустенитным
16. Температура восстановления исходной формы нитинола?	
А) 40°C	Б) 50°C
В) 60°C	Г) 70°C
17. Что такое нанометр?	
А) 4 атома углерода в ряд	Б) 4 атома азота в ряд
В) 4 атома кислорода в ряд	Г) 4 атома водорода в ряд
18. В каком положении находятся атомы в кристаллической решетке?	
А) в энергетически нейтральном	Б) в энергетически выгодном
В) в энергетически невыгодном	Г) в энергетически насыщенном
19. Что такое дальний порядок?	
А) предсказанное дальнейшее расположение электронов в кристалле	Б) предсказанное дальнейшее расположение молекул в кристалле
В) предсказанное дальнейшее расположение химических элементов	Г) предсказанное дальнейшее расположение атомов в кристалле
20. Какова температура переохлажденной воды?	
А) -5°C	Б) -10°C
В) -15°C	Г) -20°C

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 нанотехнологии: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. Engines of Creation. The Coming Era of Nanotechnology / К. Eric Drexler. – New York: Anchor Books. – 1986.
4. Нанокристаллические материалы, методы получения и свойства. А.И. Гусев. – Екатеринбург: УРО РАН, 1998.

КЕЙС № 1

Тема занятия/Название кейса	Свойства и структура материалов
Количество часов	24
Пояснительная записка	<p><i>Целями данного модуля являются:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Развитие навыков групповой и индивидуальной работы обучающихся; 2) Формирование представления у обучающихся о структуре и свойствах материальных тел; 4) развитие критического мышления, понимание основ и подходов исследовательского мышления; 5) получение навыков работы с кристаллическими веществами, развитие умения самостоятельно формировать и подсчитывать состав и условия для проведения процессов кристаллизации 6) получение навыка проведения экспериментов с применением реального оборудования; 7) развитие навыков измерения энергии материальных тел, теплопроводности, температуры и прочих физических показателей материальных объектов; 8) предложение в модернизации и улучшении конструкции и эргономичности, дизайна. <p>Группам учеников будет предложена обычная проблема, связанная с изучением процессов кристаллизации веществ. Влиянием на данный процесс внутренней энергии материала, теплоемкости материала и теплопроводности раствора, зависимости показателей закристаллизовавшегося тела от условий внешней среды.</p> <p>Ученикам будет дана методика проведения эксперимента на исследование кристаллической структуры материала, влияние внешних условий на характеристики кристаллического тела, а также проверку некоторых физических законов в плане теплопроводности и различных видах передачи энергии от одного тела к другому.</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"> 1. Методические пособия наноквантума 2. Рабочий лабораторное оборудование
Оборудование, используемое для изучения явлений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химическая посуда 2. Химические реактивы 3. Термометр, барометр, гигрометр и пр.

Занятие	Работа над темой	Педагогический смысл	Научный смысл
1	Знакомство с теорией кристаллического строения и состояния материального объекта	Знакомство обучающихся с основами построения материальных объектов. Формирование критического мышления и нестандартного подхода ко взгляду на материальные тела.	Изучение кристаллического строения и состояния вещества. Выявление основных видов и типов кристаллизации твердых тел. Определение наиболее оптимального способа кристаллизации тела от внешних условий окружающей среды. Реализация процессов переохлаждения вещества и выявление параметров его устойчивости в кристаллическом состоянии.
2	Кристаллизация из растворов и расплавов	Формирование у обучающихся навыков самостоятельной работы, расчета состава вещества для проведения процессов кристаллизации исходя из заранее заданных условий	Проведение обучающимся кристаллизации из растворов и расплавов. Установление зависимости физических и химических характеристик кристаллов в зависимости от вида кристаллизации.
3	Теплофизические характеристики материалов	Формирование у обучающихся представления о теплофизических показателях материальных тел, развитие умения самостоятельно измерять необходимые показатели, используя простые измерительные приборы	Изучение теплового движения. Изучение способов измерения температуры и установление зависимости влияния температуры на материальные тела. Изучение параметров внутренней энергии и способов ее передачи и изменения. Изучение физических явлений: теплопроводность, конвекция, излучение.
4	Тепло- и массоперенос	Изучение терминов массо- и теплопереноса. Формирование понимания взаимодействия человек-окружающая среда посредством тепло- и массопереноса, выявление зависимости данных параметров на самочувствие человека	Постановка экспериментов на измерение количества переносимой теплоты от условий окружающей среды и изучаемого материала. Определение удельной теплоемкости некоторых материальных объектов, бытовыми методами и с помощью измерительных приборов. Определение удельной теплоты плавления льда.
5	Внутренняя энергия тел	Формирование у обучающихся представления о внутренней	Измерение энергии топлива, рассмотрение способов повышения внутренней энергии топлива за счет введения

		энергии тела. Способах ее передачи и изменения.	дополнительных химических реагентов. Подтверждение закона сохранения и превращения энергии экспериментальным путем.
6	Передача энергии между телами	Развитие у обучающихся навыков групповой работы и распределения ролей при решении поставленной задачи	Постановка задачи перед обучающимися: осуществить передачу энергии от одного тела к другому, посредством любого метода переноса энергии
7	Гидрогели	Формирование навыков работы с адсорбционными материалами. Формирование представления у обучающихся об использовании гидрогелей в агротехническом промышленном комплексе.	Изучение состава и свойств полимерных гидрогелей. Рассмотрение примеров гидрогелей, способов их получения в домашних условиях. Решение задачи: уменьшение расхода поливной воды на полях.
8	Свойства гидрогелей. Обсуждение результатов работы созданной поливальной системы	Формирование у обучающихся навыков систематизации информации, умения анализировать результаты осуществлённой деятельности, формирования общего вывода по полученной учебной деятельности. Рассмотрение приобретенных компетенций	Формирование обобщенного проекта по созданию и использованию оросительной системы с применением гидрогелей, кристаллических веществ и условий окружающей среды.

КЕЙС № 2

Тема занятия/Название кейса	Явления и свойства сред, окружающих твердые тела
Количество часов	30
Пояснительная записка	<p><i>Целями данного модуля являются:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) понимание того, как происходит измерение давления и какие приборы при этом используются; 2) понимание алгоритма, по которому можно определить давление воздуха в домашних условиях; 4) понимание основ и подходов исследовательского мышления; 5) получение навыков работы с барометром, психрометром-гигрометром, манометром 6) получение навыка проведения экспериментов с применением реального оборудования; 8) проведение исследования по созданию прототипа двигателя внутреннего сгорания и проведение лабораторных испытаний, направленных на проверку надежности конструкции и корректности работы; <p>Группам учеников будет предложена обычная проблема, связанная с измерением давления воздуха и влажности в помещении при использовании барометра собственного изготовления и создание экспериментального двигателя внутреннего сгорания.</p> <p>Ученикам будет дана методика проведения эксперимента на исследование воздушных потоков, влияние давления на погодные условия и их прогнозирование, а также проверку некоторых физических законов. Дано понятие двигателя внутреннего сгорания и основных принципов его работы.</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"> 1. Методические пособия наноквантума 2. Рабочий производственный барометр
Оборудование, используемое для изучения явлений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химическая посуда 2. Химические реактивы 3. Барометр, манометр, психрометр-гигрометр

Занятие	Работа над темой	Педагогический смысл	Научный смысл
1	Атмосферные явления	Знакомство обучающихся с основными атмосферными явлениями, их видами, классификацией и возможностью использования человеком для своих нужд. Формирование критического мышления и более детального изучения явления с физической и химической точки зрения.	Изучение механизмов возникновения атмосферные явлений с физической и химической точки зрения, обоснование классификации их видов, выяснение причин возникновения и нивелирование возможных негативных последствий.
2	Давление и влажность	Формирование у обучающихся навыков самостоятельной работы, умения производить расчет параметров влажности воздуха и атмосферного давления	Изучение явлений: испарение, кипение, замораживание, конденсация. Построение лабораторной установки по созданию насыщенного пара. Изучение условий и характеристик удельной теплоты парообразования и конденсации. Производство замеров влажности воздуха и атмосферного давления.
3	Давление и влажность воздуха, методы определения	Формирование у обучающихся представления о физической и химической зависимости состояния вещества в нормальных и экстремальных условиях, развитие умения самостоятельно измерять необходимые показатели, используя простые измерительные приборы	Изучение давления воздуха и причин возникновения ветра. Изучение способов измерения давления подручными средствами с высокой точностью, повторение опытов ученых прошлых столетий. Изучение причин возникновения облаков, ураганов, штормов, смерчей. Постановка опыта по созданию искусственного шторма.
4-6	Методы и приборы измерения атмосферных явлений. Проектирование и сборка схемы барометра своими руками	Изучение принципов и механизмов работы приборов для определения метеорологических показателей. Формирование навыков определения погодных условий	Изучение давления воздушных масс на земную кору, значимость воздушной оболочки для сохранения жизни на планете Земля, необходимые условия для нормального функционирования организмов в воздушной среде. Изучение работы приборов: манометр, барометр-анероид, психрометр-гигрометр. Создания прототипа барометра в

		при использовании психрометра-гигрометра.	домашних условиях из подручных материалов.
7	Двигатель внутреннего сгорания	Формирование у обучающихся представления о работе двигателей внутреннего сгорания. Способах перехода энергии химических реакций в механическую работу.	Изучение процесса работы двигателя. Измерение энергии топлива, рассмотрение способов повышения внутренней энергии топлива за счет изменения конструкции двигателя.
8-10	Экспериментальный двигатель внутреннего сгорания	Развитие у обучающихся навыков групповой работы и распределения ролей при решении поставленной задачи. Развитие способности инженерного мышления и способности проектирования узлов и механизмов, с последующим их критическим анализом	Постановка задачи перед обучающимися: осуществить переход энергии химической реакции в механическую работу посредством двигателя внутреннего сгорания любой конфигурации.

КЕЙС № 3

Тема занятия/Название кейса	Молекулярная физика
Количество часов	42
Пояснительная записка	<p><i>Целями данного модуля являются:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) изучение основ молекулярно-кинетической теории строения вещества; 2) развитие навыков самостоятельного определения физических параметров материального тела; 3) изучение молекулярной природы красок и влияние цвета на восприятие человека; 4) изучение процессов диффузии в различных средах. Применение данного эффекта в быту и промышленности; 5) изучение процесса работы полупроницаемой мембраны и роли мембран в развитие жизни; 6) формирование представления о термоядерной природе солнца и использования термоядерной энергии как нескончаемого энергетического источника; 7) исследование процессов сорбции в жидких веществах и твердых телах. <p>Группам учеников будет предложена обычная проблема, связанная с исследованием твердых тел с молекулярной точки зрения. Установления зависимостей состава вещества от его кристаллической структуры и запасенной кинетической энергии. Ученикам будет дана методика проведения эксперимента по определению физических показателей твердого тела, поставлены задачи по созданию полупроницаемой мембраны с заданными характеристиками, получению красителя синтетического и природного состава, создания сорбционного материала или установки высокой эффективности для очистки воды.</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: 1. Методические пособия наноквантума</p>
Оборудование, используемое для изучения явлений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Химическая посуда 2. Химические реактивы 3. Лабораторное оборудование (термометры, весы, твердомер и пр.)

Занятие	Работа над темой	Педагогический смысл	Научный смысл
1	Молекулярно-кинетическая теория	Знакомство обучающихся с основами молекулярно-кинетической теории. Развитие навыков анализа информации из нескольких источников, выявления наиболее достоверных и наукоемких источников. Развитие пространственного воображения и умения мысленного построения схем и структур материалов на атомарном уровне. Развитие навыка использования наборов молекулярных конструкторов	Изучение атомарного строения вселенной, принципов взаимодействия материальных тел и веществ на атомарном уровне. Изучение явления массы и веса тел.
2	Определение физических параметров материального тела	Формирование у обучающихся навыков самостоятельной работы, умения производить расчеты параметров материального тела при использовании лабораторного оборудования	Определение массы, плотности, вязкости и других физических характеристик материалов
3	Молекулярная природа красок	Формирование у обучающихся представления о молекулярной природе красок, видов и их классификации. Формирование устойчивого понимания влияния цвета на жизнь и здоровье человека	Изучение структуры и составных компонентов пигментов в природе и технике, изучение природных дифракционных решеток. Изучение понятия – фотонные кристаллы. Использование фотонных кристаллов в современной промышленности и высоких технологиях
4-5	Природа цвета	Развитие навыков самостоятельного изготовления красителей на природной и	Проведение эксперимента по получению пигментов из органических и неорганических веществ, широко распространённых в данном регионе

		синтетической основе, изучение способов смены цвета пигмента без использования специализированных условий, контроля качества полученных красителей	
6	Теория диффузии	Формирование у обучающихся представлений о диффузии в различных средах, способах усиления или ослабления данного эффекта и возможности его применения в кулинарной промышленности.	Изучение явления диффузии в твердых и жидких веществах, ее виды и свойства. Применение в технике и на производстве. Проведение эксперимента по возможности ослабления или усиления данного эффекта при переходе из одной среды в другую
7-8	Полупроницаемые мембраны	Формирование навыков работы у обучающихся с полупроницаемыми мембранами, развитие умения анализа полученных данных, формирования выводов и построения заключения о качественном использовании полупроницаемых мембран в различных условиях.	Получение полупроницаемой мембраны с заранее запрограммированными характеристиками, изучение ее свойств с заранее заданными, проведение корректировки конструкции мембраны.
9-10	Термодинамическое состояние вещества и открытие малых частиц.	Формирование у обучающихся представления о термодинамических реакциях. Формирование представления о работе солнца и протекающих термоядерных реакциях. Развитие творческого мышления по возможности использования энергии солнца в нестандартных условиях.	Изучение ядерных реакций, способах их применения в промышленных масштабах и опасности потери контроля над реакциями ядерного синтеза. Изучение явления радиоактивности и радиоактивных материалов. Формирование термоядерных реакций и установок способных стабилизировать термоядерные процессы в земных условиях. Атомная энергетика и ее влияние на развитие квантовой физики.

11-14	Сорбция в твердых телах	Создание представления у обучающихся об явлениях сорбции веществ и их видах. Формирование умения анализировать исходное состояние вещества и возможность протекания процессов сорбции между сравниваемыми объектами.	Изучение видов сорбции и их особенностей. Постановка задачи: создание высокоэффективного сорбционного материала или прибора для очистки воды
-------	-------------------------	---	--

КЕЙС № 4

Тема занятия/Название кейса	Изучение сканирующего зондового микроскопа
Количество часов	42
Пояснительная записка	<p><i>Целями данного модуля являются:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) понимание того, как происходит процесс сканирования на атомарном уровне и способах литографии на наноуровне; 2) понимание алгоритма, по которому можно определить правильность проведения процесса сканирования и литографии при различных сопутствующих условиях; 4) понимание основ и подходов исследовательского мышления; 5) получение навыков работы со сканирующим зондовым микроскопом; 6) получение навыка проведения экспериментов с применением реального оборудования; 8) проведение литографии логотипа кванториума на различных подложках; 9) предложение в модернизации и улучшении конструкции и эргономичности, дизайна. <p>Группам учеников будет предложена обычная проблема, связанная с проведением съемки изображения поверхности образца методом скаирования и созданием изображения методом литографии и способов ее визуализации.</p> <p>Ученикам будет дана методика проведения эксперимента по выполнению литографии на подложках из различных материалов, влияние внешних условия и факторов на качество рисунка, выполненного методом литографии, а также оценку качества и способа создания изображений методом литографии.</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"> 1. Методические пособия наноквантума 2. Учебник: В. Миронов – «Основы сканирующей зондовой микроскопии», Москва, РИЦ «Техносфера». 2013. – 144с. 3. Сканирующий зондовый микроскоп 4. Комплект расходных предметов к СЗМ
Оборудование, используемое для изучения явлений	<ol style="list-style-type: none"> 4. Химическая посуда 5. Химические реактивы 6. Сканирующий зондовый микроскоп

Занятие	Работа над темой	Педагогический смысл	Научный смысл
1	Сканирующий зондовый микроскоп	Знакомство обучающихся с основами сканирующей зондовой микроскопии. Развитие навыков работы на высокоточном оборудовании, дисциплинированном и ответственном подходе к содержанию и обслуживанию высокотехнологичного оборудования.	Изучение назначения магнитно-силовой микроскопии, ее роли в развитии современной науки. История создания и постройки сканирующего зондового микроскопа (СЗМ). Принцип работы СЗМ. Изучение основных узлов и механизмов СЗМ.
2-3	Метод сканирования зондом	Формирование у обучающихся навыков самостоятельной работы, умения производить сложные и высокотехнологичные манипуляции на научном оборудовании	Изучение способов работы сканирующего зондового микроскопа, изучение устройства и методов производства зондов в промышленных условиях и в условиях лаборатории.
4	Зонды СЗМ	Развитие навыков ответственного подхода к работе на высокоточном оборудовании, умения правильной подготовки прибора и зонда к работе, проверка оборудования и программного обеспечения. Умения определить необходимые технические параметры помещения для проведения измерений на СЗМ	Установка в прибор и фиксация зонда и подложки с исследуемым материалом. Исследование поверхности твердых тел полуконтактным методом
5	Изготовление зондов СЗМ	Развитие навыков самостоятельного изготовления зондов СЗМ, контроля качества полученных зондов и	Изготовление зонда СЗМ методом химического травления, проверка изготовленного зонда для проведения измерений при использовании оптического микроскопа с высоким разрешением. Установка и фиксация зонда и подложки с

		возможность их использования для проведения измерения	исследуемым материалом.
6-8	Программа Нанозедукатор II	Формирование у обучающихся навыков работы с программным обеспечением для СЗМ. Способах настройки и поверки прибора с помощью программы Нанозедукатор II.	Знакомство с программой Нанозедукатор II, основными блоками управления прибором, методам контроля и проведения сканирования исследуемого образца. Проведения поверки прибора, устранения неполадок и начало работы.
9-10	Изображения с СЗМ	Формирование навыков работы с результатами исследования образца на сканирующем зондовом микроскопе, развитие умения анализа полученных данных, формирования выводов и построения заключения о качестве изображения.	Получение качественного изображения на сканирующем зондовом микроскопе при использовании стандартного образца, обработка изображения программными методами, постановление заключения о природе исследуемого образца и характере его поверхности.
11	Другие виды атомно-силовой микроскопии	Формирование у обучающихся представления о других видах атомно-силовой микроскопии. Условиях работы данных приборов и необходимых физико-технических условиях.	Проведение сканирования поверхности исследуемого образца несколькими видами съемки. Анализ полученных изображений и выявление наиболее оптимального способа съемки для каждого вида образца.
12-14	Нанолитография своими руками	Формирование представления у обучающихся принципов проведения нанолитографии на различных видах поверхностей. Определение необходимых параметров материала и среды для проведения литографии.	Постановка задачи перед обучающимися: создание изображения на поверхности заданного материала методом нанолитографии с заранее заданными параметрами.