

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
«Грани кристаллического мира»*

(естественнонаучная направленность)

Возраст обучающихся: 7-12 лет

Срок реализации: 72 часа

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

Белгород – 2020

Уровень: авторская, стартовый

Направленность: естественнонаучная

Автор: Чижов Ростислав Валерьевич

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Грани кристаллического мира» 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

С правильными геометрическими ормами человек встречается каждый день, ведь они преобладают в большинстве созданных человеком предметов и строений. Использование минералов в практических целях и открытия, сделанные на этом пути, меняли жизнь и облик людей и планеты. Природные и искусственные минералы – это не обязательно большие камни. Они могут составлять микрометры и даже десятки нанометров, обладая удивительными свойствами, которые использует человек во множестве технологий. Человек научился не только использовать природные минералы, но и синтезировать кристаллы с заранее заданными свойствами, размерами и характеристиками. Данная программа направлена на подготовку кадров для современной индустрии, привлечение учащихся к научно-исследовательской работе для ознакомления с конкретными направлениями и проектной деятельности в современных областях физики и химии кристаллических тел и кристаллического состояния.

1.1 Направленность дополнительной образовательной (общеразвивающей) программы

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Грани кристаллического мира» (далее - программа) – **естественнонаучной направленности**. Предусматривает развитие исследовательских способностей детей, направлена на обеспечение у школьников базовых представлений о тенденциях развития физики и химии, эволюции развития данных направления в мире, методах наблюдения и исследования микро- и нанообъектов, умения ориентироваться в современных тенденциях их использования в различных областях техники и промышленности; изучение мира кристаллов и законов кристаллического состояния вещества, способах и методах промышленного производства синтетических кристаллов и технологий на их основе, изучение существующих природных кристаллических материалов и их использовании во множестве сфер человеческой деятельности.

1.2 Актуальность и педагогическая целесообразность программы

Актуальность. Познакомить детей с миром кристаллов. Разобрать основные термины и определения. Изучить зависимость кристаллической структуры вещества от химического состава, условий кристаллизации и наличия примесей. Освоить способы получения синтетических кристаллов: в ходе химических реакций, из растворов и расплавов. Освоить навыки определения классификации кристаллов по внешним и внутренним признакам. Изучить современные технологии, основанные на кристаллических структурах и материалах приближенных к

кристаллическому состоянию. Развить умение ориентироваться в современных тенденциях использования высокотехнологичных материалов и нанотехнологических подходов в различных областях техники и промышленности. Изучить существующие революционные материалы, технологии, перспективы развития новых с учетом потенциальных тенденций развития промышленности в России и за рубежом.

Педагогическая целесообразность общеобразовательной (общеразвивающей) программы «Очаровательный мир кристаллов»:

– формирование у школьников общего представления о современных методах изучения объектов в физике и химии, основных понятиях. Определениях, принципах взаимодействия частиц и критериев построения кристаллических решеток в кристаллах;

– умение ориентироваться в новых методиках разработки и изучения кристаллических веществ и нанотехнологических подходов использования данных материалов в различных областях техники и промышленности;

– изучение существующих материалах с запрограммированными на наноуровне свойствами, технологий и перспектив разработки новых с учетом потенциальных тенденций развития промышленности в России и за рубежом;

– создание условий для научно-исследовательской деятельности обучающихся через решение конкретных проблемных практических заданий (кейсов) используя современные знания в области кристаллофизики и кристаллохимии;

– введение в область исследовательской деятельности через проектно-исследовательскую деятельность учащихся.

1.3 Отличительная особенность и новизна программы

Отличительной особенностью данной программы является реализация педагогической идеи формирования у обучающихся научно-исследовательского подхода к изучению мира – умению самостоятельно добывать, систематизировать, анализировать и применять 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;

– формирование аналитического ума;

– умения формировать и находить причинно-следственные связи;

– способности применять полученные знания в практических целях.

Новизна программы заключается в том, что она предполагает использование современных технологий, позволяющих активизировать мыслительные процессы ребёнка, включить его в проектную деятельность,

приобщить к среде ученых-первооткрывателей, сформировать интерес к школьной жизни, проектной и научной деятельности.

1.4 Цель программы

Цель программы – развитие соответствующей мотивации детей, любознательности, умственной активности, проявления живого интереса к окружающему, развитие стремления узнавать новое, умения взаимодействовать в коллективе. Формирование у школьников общего представления о новых горизонтах развития кристаллофизики и кристаллохимии, основных понятиях в области кристаллографии и наноматериалах; умение ориентироваться в классификации кристаллических веществ и их описании по внешним и внутренним признакам; изучение существующих революционных материалов, перспектив развития новых с учетом предварительного программирования структуры и свойств.

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 7-12 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, 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 и кейсов.

1.7 Сроки и режим реализации программы

Программа рассчитана на 72 часа обучения. Возраст обучающихся: 7-12 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 (устное или письменное) 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 час – 30 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 и классификации кристаллографии;
- навыки постановки цели и задач исследования, составления плана работ.
- навыки выбора способа представления данных в зависимости от поставленной задачи;
- 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.

Познавательные УУД:

- добывать необходимые знания и с их помощью проделывать конкретную работ;
- 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;
- осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков.

Регулятивные УУД:

- 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 в кристаллографии,– основные способы получения кристаллических структур в промышленных и бытовых масштабах, основные направления современного развития и применения кристаллических структур,– основные методы и инструментарий, используемые для получения, наблюдения и исследования кристаллов на макро-, микро- и наноуровнях,– отличительные особенности кристаллического состояния материалов;– основные параметры, определяющие свойства кристаллической решетки, методы и факторы их изменения для получения кристаллов с заданными свойствами;– классификацию, возможность самостоятельно классифицировать кристаллическое тело;– основы обработки материалов для получения необычных свойств; методов и технологии получения жидких кристаллов;– навыки систематизации, классификации и анализа полученных данных.	<ul style="list-style-type: none">– ориентироваться в современных направлениях кристаллофизики и кристаллохимии;– рационально оценивать возможности и перспективы использования высоких технологий в области кристаллических тел и кристаллического состояния веществ;– работать с высокотехнологичным лабораторным оборудованием;– формулировать цели и задачи исследований;– осуществлять проектную деятельность и добиваться поставленных целей.

2. Содержание программы

2.1 Календарный учебный график

Начало учебного года: 01.09.2020 г.

Окончание учебного года: 31.12.2020 г.

Расчетная продолжительность учебного года: 72 часа

№ группы	Дни недели	Время проведения занятий
1	Понедельник	15:00-16:45
	Четверг	15:00-16:45
2	Вторник	15:00-16:45
	Пятница	15:00-16:45

№	Разделы	Сроки начала и окончания тем		Количество часов в теме
		Группа 1	Группа 2	
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	03.09.2020	01.09.2020	2
2.	Знакомство с миром симметрии кристаллов	07.09 – 15.10	04.09 – 13.10	24
3.	Мгновенная кристаллизация	19.10 – 07.12	16.10 – 04.12	30
4.	Кристаллохимия и кристаллофизика	10.12 – 28.12	08.12 – 25.12	12
5.	Итоговые занятия	31.12.2020 – 11.01.2021	29.12.2020 – 12.01.2021	4

Механизм контроля за реализацией программы

№	Название темы	Формы контроля
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	Зачетные вопросы, бриц-опрос
2.	Знакомство с миром симметрии кристаллов	Тестирование, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
3.	Мгновенная кристаллизация	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
4.	Кристаллохимия и кристаллофизика	Защита лабораторных работ, выполнение домашнего задания, онлайн-презентация докладов
5.	Итоговые занятия	Итоговая аттестация

2.2 Учебный план

№	Разделы	Количество часов		
		Всего часов	Теория	Практика
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	2	2	0
2.	Знакомство с миром симметрии кристаллов	24	4	20
2.1	Краткая терминология	2	2	0
2.2	Природные кристаллы и синтетические кристаллы. Способы описания и классификация.	6	2	4
2.3	Получение кристаллов в ход химических реакций	6	0	6
2.4	Выращивание кристаллов из растворов	6	0	6
2.5	Выращивание кристаллов из расплавов	4	0	4
3.	Мгновенная кристаллизация	30	10	20
3.1	Кристаллическое состояние различных веществ	4	2	2
3.2	Переход материалов в кристаллическое состояние и обратно. Переохлаждение и устойчивость	6	2	4
3.3	Волна кристаллизации	4	0	4
3.4	Температура переохлаждения и процесс кристаллизации воды	4	2	2
3.5	Влияние внешних условий на процесс кристаллизации	6	2	4
3.6	Выращивание кристаллов с заданными свойствами	6	2	4
4.	Кристаллохимия и кристаллофизика	12	4	8
4.1	Основные направления кристаллохимии и кристаллофизики. Законы и определения.	2	2	0
4.2	Современные технологии, основанные на кристаллах. Жидкие кристаллы.	4	2	2
4.3	Способы и методы выращивания поликристаллов. Сфера их применения	2	0	2
4.4	Кейс №1 “Термометр на жидких кристаллах”	2	0	2
4.5	Кейс №2 “Кристаллическая елка”	2	0	2
5.	Итоговые занятия	4	2	2
	ВСЕГО	72	22	50

2.3 Содержание учебного плана

1. Введение в образовательную программу, техника безопасности (2 ч).

Теория. Общие представления о науках кристаллофизика и кристаллохимия. Основные термины и определения. Тенденции развития данных наук.

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

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

Формы подведения итогов: блиц-опрос по рассмотренному материалу.

2. Знакомство с миром симметрии кристаллов (24 ч).

Теория. Природные кристаллы и синтетические кристаллы. Способы описания и классификация. Основные термины и определения. Получение кристаллов в ход химических реакций, выращивание из растворов и расплавов. Тенденции развития современной науки о кристаллах.

Практика. Изучение основных характеристик и свойств материалов с использованием различных физических и химических систем. Получение кристаллических структур различными способами.

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

Формы подведения итогов: тестирование, онлайн тестирование.

3. Мгновенная кристаллизация (30 ч).

Теория. Знакомство с условиями кристаллизации различных веществ, выявление закономерности и свойств кристаллической решетки от условий процесса кристаллизации. Кристаллическое состояние различных веществ. Переход материалов в кристаллическое состояние и обратно. Переохлаждение и устойчивость. Волна кристаллизации. Температура переохлаждения и процесс кристаллизации воды. Влияние внешних условий на процесс кристаллизации. Выращивание кристаллов с заданными свойствами.

Практика. Изучение волны кристаллизации на примере воды и других жидких веществах. Перевод веществ в кристаллическое состояние и обратно. Получение кристаллов с заданными свойствами промышленными способами и собственноручно.

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

Формы подведения итогов: опрос в форме викторины, блиц-опрос, выполнение лабораторных работ с предварительным допуском.

4. Кристаллохимия и кристаллофизика (12 ч).

Теория. Основные направления кристаллохимии и кристаллофизики. Законы и определения. Современные технологии, основанные на кристаллах. Жидкие кристаллы. Способы и методы выращивания поликристаллов. Сфера их применения

Практика. Изучение современных кристаллических структур и техники, произведенной с использованием этих материалов и их свойств. Решение кейсов “ Градусник на жидких кристаллах”, “ Кристаллическая елка”.

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

Формы подведения итогов: опрос в форме викторины, блиц-опрос, выполнение лабораторных работ с предварительным допуском, решение кейсов.

6. Итоговые занятия (4 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: итоговое тестирование, блиц-опрос.

2.3 Календарно-тематическое планирование

№	Дата		Всего часов	Тема учебного занятия	Содержание деятельности	
	Группа 1	Группа 2			Теория	Практика
1. Введение в образовательную программу (2 ч.)						
1	03.09.20	01.09.20	2	Введение в образовательную программу, техника безопасности.	Общие представления о кристаллофизике и кристаллохимии. Вводный инструктаж по технике безопасности.	Экскурсия по лабораториям
2. Знакомство с миром симметрии кристаллов (24 ч.)						
2.1 Краткая терминология						
2	07.09	04.09	2	Имена ученых и их вклад вписанные в историю кристаллофизики и кристаллохимии	Основоположники и ведущие ученые, работающие в сфере высоких технологий. Краткая терминология и основные определения.	-
2.2 Природные кристаллы и синтетические кристаллы. Способы описания						
3	10.09	08.09	2	Природные и синтетические кристаллы	Общие представления о природных и синтетических кристаллах. Способы производства и сфере применения.	-
4	14.09	11.09	4	Способы писания и классификации кристаллических структур	Существующие классификации кристаллов по внешним и внутренним признакам. Дефекты и особенности кристаллических решеток.	Описание выбранного кристалла в рамках одной классификации
5	17.09	15.09				
2.3 Получение кристаллов в ход химических реакций						
6	21.09	18.09	6	Получение кристаллов в ход химических реакций	Изучение способа выращивания кристалла в ходе химических реакций промышленным способом и в природных условиях	Выращивание малахита быстрым и медленными способами
7	24.09	22.09				
8	28.09	25.09				
2.4 Выращивание кристаллов из растворов						
9	01.10	29.09	6	Выращивание кристаллов из растворов	Изучение способа выращивания кристалла из раствора промышленным способом и в природных условиях	Выращивание кристаллов медного и цинкового купороса
10	05.10	02.10				
11	08.10	06.10				
2.5 Выращивание кристаллов из расплавов						

12 13	12.10 15.10	09.10 13.10	4	Выращивание кристаллов из расплавов	Изучение способа выращивания кристалла из расплава промышленным способом и в природных условиях	Выращивание кристаллов ацетата натрия
3. Мгновенная кристаллизация (30 ч)						
3.1 Кристаллическое состояние различных веществ						
14	19.10	16.10	2	Кристаллическое состояние различных веществ	Теория кристаллического состояния объектов. Точки плавления и кристаллизации. Условия протекания процесса кристаллизации	
15	22.10	20.10	2	Драгоценные камни и минералы с необычными свойствами	Изучение влияния кристаллической структуры на внешний вид кристалла и его привлекательность. Необычные свойства некоторых минералов	Изучение минералов и кристаллические решетки по микроскопическому поиску дефектов необычного строения
3.2 Переход материалов в кристаллическое состояние и обратно. Переохлаждение						
16	26.10	23.10	2	Переход материалов в кристаллическое состояние и обратно	Изучение условий перехода материалов в кристаллическое состояние	
17 18	29.10 02.11	27.10 30.10	4	Переохлаждение и устойчивость	Процесс переохлаждения и мгновенного затвердевания	Получение ледяных кристаллов из переохлажденной жидкости. Изучение необходимых условий
3.3 Волна кристаллизации						
19 20	05.11 09.11	03.11 06.11	4	Волна кристаллизации	Изучение процесса волнообразной кристаллизации структуры на основе ацетата натрия. Регулирование скорости протекания процесса внешними условиями	Получение кристаллов ацетата натрия при различных внешних условиях
3.4 Температура переохлаждения и процесс кристаллизации в						
21	12.11	10.11	2	Температура переохлаждения	Выявление температуры переохлаждения различных жидкостей и условий ее смещения при воздействии внешних факторов	

22	16.11	13.11	2	Процесс кристаллизации воды		Получение кристаллов ледяной фигурной формы при мгновенной кристаллизации. Искусственный снег
3.5 Влияние внешних условий на процесс кристаллизации						
23	19.11	17.11	2	Катализаторы и ингибиторы процесса кристаллизации	Изучение способов ускорения и замедления процесса кристаллизации и получения кристаллов с заданными свойствами	Добавление катализаторов и ингибиторов в процесс кристаллизации ацетата натрия и медного купороса в воду
24 25	23.11 26.11	20.11 24.11	4	Влияние физических и химических условий на процесс кристаллизации	Рассмотрение влияния звуковых, световых и колебательных волн на структуру и свойства кристаллов	Выращивание кристаллов в различных внешних условиях
3.6 Выращивание кристаллов с заданными свойствами						
26	30.11	27.11	2	Выращивание кристаллов с заданными свойствами	Теоретические предпосылки и условия для получения определенных свойств кристаллов	-
27 28	03.12 07.12	01.12 04.12	4	Выращивание кристаллов с заданными свойствами	-	Получение кристаллов с заданными характеристиками быстрым и медленным способом
4. Кристаллохимия и кристаллофизика (12 ч).						
4.1 Основные направления кристаллохимии и кристаллофизики. Законы						
29	10.12	08.12	2	Основные направления кристаллохимии и кристаллофизики	Развитие наук кристаллофизики и кристаллохимии. Современные проблемы кристаллов и способы их преодоления. Будущие технологии	
4.2 Современные технологии, основанные на кристаллах. Жидкие к						

30	14.12	11.12	2	Современные технологии, основанные на кристаллах. Жидкие кристаллы	Изучение истории создания жидких кристаллов и технологии их производства. Применение в сферах человеческой деятельности и перспективы развития.	
31	17.12	15.12	2	Жидкие кристаллы		Получение жидких кристаллов промышленным бытовым способом
4.3 Способы и методы выращивания поликристаллов. Сфера их применения						
32	21.12	18.12	2	Способы и методы выращивания поликристаллов. Сфера их применения	Методы производства поликристаллических структур, их состав, свойства и особенности использования	Выращивание поликристаллов
4.4 Кейс №1 “Градусник на жидких кристаллах”						
33	24.12	22.12	2	Градусник на жидких кристаллах	Получение жидких кристаллов в домашних условиях и применение в быту	Получение градусника жидких кристаллов
4.5 Кейс №2 “Кристаллическая елка”						
34	28.12	25.12	2	Кристаллическая елка	Создание поликристаллической (сборной) конструкции в виде декоративных элементов ели	Получение поликристаллической структуры в виде ели.
6. Итоговые занятия (4 ч)						
35	31.12	29.12	2	Подготовка презентаций по выбранной теме	Выбор тем. Работа с компьютером. Графический редактор	Подготовка презентаций. Итоговое тестирование
36	11.01.21	12.01.21	2	Итоги года	Разбор прошедшего материала.	-

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: лабораторные работы, 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,

– дистанционные лекционные и практические работы,

– 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 – 100 баллов. Критерии оценки:

- 1) Актуальность проекта – от 0 до 20 баллов.
- 2) Новизна проекта – от 0 до 20 баллов.
- 3) Современность использованных методов – от 0 до 20 баллов.
- 4) Уровень готовности проекта – от 0 до 20 баллов.
- 5) Выступление – от 0 до 20 баллов.

Пример задания итоговой 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 использованной 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. Зеркальный мир: Пер. с нем./Перевод Здорик Т. Б. и Фельдмана Л. Г.; Под ред. И. И. Шафрановского. – М.: Мир, 1982. – 120 с., ил.
4. Тарасов Л. В. Т19. Этот удивительно симметричный мир: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1982. — 176 с, ил.
5. Н. Н. Еремин, Т. А. Еремина. Занимательная кристаллография. — М.: МЦНМО, 2013. – 148 с.
6. Кантор Б.З. Минерал рассказывает о себе - Москва: Недра, 1985 - с.165
7. Удивительные наноструктуры / К. Деффейс, С. Деффейс ; пер. с англ. под ред. Л. Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 206 с.: ил
8. Иностранцев, А. А. Что говорят камни? жизнь минералов и их круговорот в природе и технике / А. А. Иностранцев, А. П. Нечаев, Г. Петерс – СПб.: Изд-е А. Ф. Девриена, – 1899. – 468 с. ил.
9. Стрельникова Л. Н. Из чего всё сделано? рассказы о веществе / Любовь Стрельникова; под редакцией доктора химических наук Генриха Эрлиха; [худож. оформл. и макет А. Кука]. – Москва: Яуза-пресс, 2011. – 207 с.: ил.
10. Новые материалы. Под ред. Ю.С. Карабасова – М.: МИСИС, 2002. – 736 с.
11. Нанокристаллические материалы, методы получения и свойства. А.И. Гусев. – Екатеринбург: УРО РАН, 1998.

Кейс №1

Тема занятия/Название кейса	Термометр на жидких кристаллах
Количество часов	2
Пояснительная записка	<p><i>Целями данного модуля являются:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) понимание того, как происходят процессы кристаллизации минералов; 2) понимание алгоритма, по которому можно определять и рассчитывать необходимые физико-механические параметры при производстве искусственных кристаллов, как в промышленных условиях, так и в домашних условиях; 3) понимание принципов кристаллизации минералов из растворов и расплавов; 4) получение навыка проведения эксперимента с применением реального оборудования; 5) создание кристаллического тела на основе жидких кристаллов из раствора или расплава с заданными характеристиками. <p>Группам учеников будет предложена задача, связанная с необходимостью собрать прототип градусника, работающего на жидких кристаллах, с четко установленными пределами измеряемой температуры.</p> <p>Ученикам будет дана методика проведения эксперимента на способ синтеза жидких кристаллов в лабораторных атермальных условиях, приведен пример подбора условий роста и формирования кристалла, его химического состава для обеспечения требуемых характеристик жидкокристаллического градусника.</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. Методическое пособие – Многообразие кристалльного мира 2. Минералогическая база данных (включая рентгенограммы, 3d-модели простых форм и т.д.): http://www.mindat.org/ 3. Видеоинструкция – https://www.youtube.com/watch?v=8ZvTrDJ2JFE&t=405s
Оборудование, используемое для изучения явлений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптический микроскоп БиОптик 2. Компьютер с программным обеспечением 3. Химические реактивы 4. Набор лабораторной посуды

Кейс №2

Тема занятия/Название кейса	Кристаллическая елка
Количество часов	2
Пояснительная записка	<p><i>Целями данного модуля являются:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) понимание того, как происходят процессы кристаллизации минералов; 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; 3) понимание принципов кристаллизации минералов из растворов и расплавов; 4) получение навыка проведения эксперимента с применением реального оборудования; 5) создание кристаллического тела из раствора или расплава заданной геометрической формы; 6) предложение в модификации строения кристаллической решетки, за счет формирования единой кристаллической структуры на основе 2-х и более минералов. <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"> 1. Методическое пособие – Многообразие кристалльного мира 2. Минералогическая база данных (включая рентгенограммы, 3d-модели простых форм и т.д.): http://www.mindat.org/ 3. DLS-76 - геометрическое моделирование структур методом наименьших квадратов: http://www.ccp14.ac.uk/ccp/web-mirrors/ethz-web/LFK/software/xrs/dls76.html
Оборудование, используемое для изучения явлений	<ol style="list-style-type: none"> 5. Оптический микроскоп БиОптик 6. Компьютер с программным обеспечением 7. Химические реактивы 8. Набор лабораторной посуды