

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский технологический
университет «МИСиС»**

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления
_____ А.А. Волков
« 13 » _____ 2020 г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Мир кристаллов»**

Возраст обучающихся: 14-18 лет
Срок реализации программы: 24 часа

Авторы-составители:

Козлова А.П., ведущий инженер МУИЛ ППид
«Монокристаллы и заготовки на их основе» НИТУ
«МИСиС», ассистент кафедры МПид НИТУ
«МИСиС»

Диденко И.С., доцент кафедры МПид НИТУ
«МИСиС», к.ф.м.н.

Москва
2020 год

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа «**Мир кристаллов**» является дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программой, направленной на расширение кругозора и формирующей мировоззрение у школьников об устройстве окружающего мира и зависимости свойств материалов от их внутреннего строения. Программа дает основное представление закономерностей строения кристаллических материалов, а также формирует понимание связи внутреннего строения веществ с внешней формой материалов и их свойств. Данная программа знакомит школьников с основными технологиями получения кристаллов и некоторыми аспектами использования таких материалов в современном мире.

Значимость программы связана с необходимостью повышения привлекательности инженерного образования молодежи в целях создания кадрового резерва для реиндустриализации Российской Федерации и инновационной высокотехнологичной экономики. Программа направлена на популяризацию знаний в области естественных наук. Данная программа дает дополнительные знания школьникам о строении и свойствах материалов и является дополнением к школьному курсу физики и химии.

Программа имеет научно-техническую **направленность**.

Уровень освоения – общекультурный. Программа предполагает в простых терминах и на понятном языке донести основы строения кристаллических материалов, в ходе практических занятий и мастер-классов дать представление о взаимосвязи состава, структуры и свойств кристаллов их важности в современном мире.

Новизна. Учащиеся получают представление об основах строения кристаллических материалов, принципах их получения, разнообразных областях применения и перспективах развития инновационных технологий с их использованием.

Актуальность программы. Программа «Мир кристаллов» обеспечивает расширение кругозора школьников в области физики и химии кристаллических материалов и предоставляет возможность организовать опережающее обучение технической направленности в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми системой образования РФ. Актуальной задачей данной программы является повышение заинтересованности и мотивации у широкого круга учащихся к естественным наукам: как с целью повышения общей образовательной культуры, а также с целью формирования профессиональных компетенций и расширения общенаучного кругозора у будущих инженеров и исследователей соответствующего профиля. Уникальность предлагаемой программы заключается в возможности охватить в одном курсе самые различные аспекты прикладной физики кристаллов и технологии материалов для твердотельной электроники.

Педагогическая целесообразность.

Программа «**Мир кристаллов**» направлена на формирование способности к коммуникативной и творческой деятельности, на практическое применение приобретенных знаний в области прикладной физики и материаловедения, на развитие научно-технического потенциала личности обучающегося. Обучающиеся в процессе наблюдений, исследований, практических работ с природными и синтетическими кристаллическими материалами приобретут новые знания и навыки, которые помогут сформировать свой собственный вектор в выборе будущей профессии.

Программа разработана с опорой на общие педагогические принципы актуальности, системности, последовательности, преемственности, индивидуальности, конкретности (возраста детей, их интеллектуальных возможностей), направленности (выделение главного, существенного в образовательной работе), доступности, результативности.

Цель программы: привлечь внимание учащихся с широким кругом интересов и различным начальным уровнем естественнонаучной подготовки к вопросам прикладной физики кристаллов, сформировать представление о современной электронике, оптике, фотонике как о прикладных направлениях науки, определяющих развитие современных технологий.

Задачи программы:

Обучающие:

- знакомство с миром природных, искусственных и синтетических кристаллов;
- формирование представлений о строении кристаллических материалов;
- знакомство с методами получения искусственных и синтетических кристаллов;
- развитие представлений о создании материалов с заданными свойствами на основе взаимосвязи состава, структуры и свойств веществ;
- ознакомление с некоторыми областями применения кристаллических материалов.

Развивающие:

- развитие творческого и естественнонаучного мышления;
- формирование практических навыков работы с исследовательским оборудованием;
- развитие психофизиологических качеств учеников: памяти, внимания, способности логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.

Воспитательные:

- формирование умения работать в команде, вести дискуссию и аргументировать свое мнение;
- формирование творческого отношения к выполняемой работе.

Отличительной особенностью программы является то, что она позволяет с высокой результативностью проводить обучение в группах с различным начальным уровнем естественнонаучной подготовки учащихся за счет эффективного сочетания информационных блоков, имеющих различную глубину подачи и педагогической адаптации теоретического материала, с практическими работами, самостоятельной деятельностью учащихся. Она реализуется в короткие сроки за счет сокращения теоретического материала, стандартных методов изучения материала, простого объяснения сложных явлений образования кристаллических материалов, проявления характерных свойств и их взаимосвязи со строением. Красочность и наглядность простых экспериментов вызывает высокий интерес у ребят самого разного возраста. Это поддерживает мотивацию учащихся и результативность занятий.

Возраст обучающихся: 14-18 лет.

Сроки реализации: 24 часов.

Наполняемость группы: 10-13 человек.

Режим занятий: 8 занятий по 3 академических часа в неделю.

Формы проведения занятий. Занятия будут проходить в форме групповых практических мастер-классов с использованием общелабораторного, вспомогательного, мультимедийного оборудования и персональных компьютеров.

Формы организации деятельности: групповые и индивидуально-групповые.

Методы обучения: словесные (устное объяснение материала), наглядные (презентация), практические (выполнение лабораторных экспериментов под наблюдением преподавателя).

Ожидаемые результаты.

В результате освоения программы обучающиеся будут

знать:

- основные принципы строения кристаллических веществ;
- основные методы получения искусственных и синтетических кристаллов с заданным свойствами;
- основные свойства кристаллических материалов;
- основные области применения кристаллических материалов.

уметь:

- определять основные элементы симметрии по внешней форме кристаллов;

- оценивать свойства кристаллических материалов по измерению оптических и пьезоэлектрических параметров;
- аргументированно и корректно отстаивать свою точку зрения;
- работать в команде и принимать решения.

Виды контроля

В образовательном процессе будут использованы следующие методы контроля усвоения учащимися учебного материала:

Текущий контроль. Будет проводиться с целью непрерывного отслеживания уровня усвоения материала и стимулирования учащихся. Для реализации текущего контроля в процессе объяснения теоретического материала педагог обращается к учащимся с вопросами и короткими заданиями.

Тематический контроль. Будет проводиться в виде практических заданий по итогам каждой темы с целью систематизировать, обобщить и закрепить материал.

Итоговый контроль. В процессе обучения будут применяться различные методы контроля, в том числе с использованием современных технологий в формате презентации проекта.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРОГРАММЫ

№	Раздел/тема	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Знакомство с кристаллом. Кристалл как структура	3	1	2
2	Симметрия кристаллов	5	2	3
3	Как растут кристаллы	3	1	2
4	Свойства кристаллов. Оптика.	5	3	2
5	Свойства кристаллов. Микроскопия.	2	1	1
6	Свойства кристаллов. Пьезоэффект.	2	1	1
7	Свойства кристаллов. Механические свойства.	2	1	1
8	Кристаллы и прорывные технологии. Применение кристаллов.	2	1	1
Итого		24	11	13

3. СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Модуль 1. Знакомство с кристаллом. Кристалл как структура

Теория. Кристалл – периодическая трехмерная структура. Наука о строении и свойствах кристаллов – кристаллография. Множественность атомных структур. Топология и метрика идеальных монокристаллических структур. Закон постоянства двугранных углов.

Практическая работа. Измерение углов между гранями монокристаллов кварца и кальцита. Знакомство с кристаллами льда и снега.

Модуль 2. Симметрия вокруг нас

Теория. Симметрия в живой и неживой природе. Классическая симметрия. Проявления симметрии во всех свойствах кристаллических материалов. Элементы симметрии кристаллических многогранников и структур.

Практическая работа. Определение элементов симметрии кристаллических многогранников и структур. Определение элементарной ячейки и формулы вещества. Нахождение идеальной спайности кристаллической структуры: щелочно-галоидные монокристаллы, кальцит, кремний.

Модуль 3. Как растут кристаллы

Теория. Кристаллы как форма существования материалов. Природные, искусственные и синтетические кристаллические объекты. Рост кристаллов в природе и на производстве. Выращивание кристаллов из раствора, расплава и газовой фазы. Монокристаллическое состояние вещества и его значение для исследования и развития новой техники.

Практическая работа. Наблюдение растущих в капле раствора микрокристаллов иодата лития. Сравнение их внешнего облика - габитуса в зависимости от состава раствора.

Модуль 4. Свойства кристаллов. Оптика.

Теория. Основы оптики и взаимодействия оптического излучения с кристаллическими телами. Пропускание, отражение, поглощение, ослабление света. Спектрофотометрия. Устройство и принцип работы спектрофотометра. Возможности спектрофотометрии.

Практическая работа. Наблюдение прохождения света через монокристаллы в зависимости от их симметрии. Изучение анизотропии оптических свойств и дихроизма на примере пропускания и отражения света на спектрофотометре. Измерение показателя преломления методами фотометрии.

Модуль 5. Свойства кристаллов. Микроскопия.

Теория. Устройство микроскопа. Возможности микроскопии.

Практическая работа. Наблюдение оптических эффектов в кристаллах: интерференционные картины в кристаллах в зависимости от их симметрии.

Модуль 6. Свойства кристаллов. Пьезоэффект.

Теория. Анизотропия. Кристаллы – преобразователи одного вида энергии в другой, созданные самой природой. Пьезоэлектрики, полупроводники, сегнетоэлектрики, магнитные кристаллические материалы.

Практическая работа. Определение знака поляризации пьезоэлектрических кристаллов. Наблюдение дифракции лазерного излучения на регулярных доменных структурах в кристаллах сегнетоэлектриков.

Модуль 7. Свойства кристаллов. Механические свойства.

Теория. Общие представления о механических свойствах кристаллов. Методы определения твердости кристаллов. Микротвердомер и его устройство.

Практическая работа. Измерение твердости кристаллов по шкале Мооса. Измерения твердости кристаллов на микротвердомере.

Модуль 8. Кристаллы и прорывные технологии. Применение кристаллов.

Теория. Солнечная батарея – возобновляемый автономный источник энергии. Свет настоящего и будущего – гетероструктуры на основе полупроводников – светодиоды. Методы экологического мониторинга окружающей среды с помощью кристаллических материалов.

Лазерные технологии в жизни человека. Кристаллы в медицине и микроэлектронике. Жидкие кристаллы.

Практическая работа. Определение эффективности преобразования света в электрический сигнал в кремниевых панелях солнечной батареи. Получение данных об изменении выходной мощности электрического сигнала от уровня освещенности. Знакомство с принципом работы лазера.

4. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Методы обучения, используемые в программе: словесные (устное объяснение материала), наглядные (презентация), лабораторные (дети выполняют лабораторные задания), аналитические.

С целью стимулирования творческой активности учащихся будут использованы:

- игровые методики;
- метод проектов;
- метод погружения;
- методы сбора и обработки данных;
- исследовательский и проблемный методы;
- анализ справочных и литературных источников;
- поисковый эксперимент;
- опытная работа;
- обобщение результатов.

5. ВИДЫ ДИДАКТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Мультимедийные презентации, раздаточные материалы для иллюстрации симметрии.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Оборудование:

Наименование	На группу, шт	Примечание
Персональный компьютер или ноутбук	1	ОС не ниже Windows 7, необходим Доступ к сети Интернет скорость не ниже 50 Мбит/с Процессор 64-разрядный Примерно 2 ГБ свободного пространства на диске для клиента Память: 3ГБ ОЗУ желательно выше
Микроскоп	1	
Угломер	1	
Пьезотестер	1	
Лазеры светодиодные	2	
Спектрофотометр	1	
Солнечная панель	1	
Мультиметр	1	
Осветитель	1	
Поляризаторы	2	
Шариковая модель плотнейшей упаковки	1	
Модели кристаллических структур	5	
Модели кристаллических многогранников	20	
Кристаллы: кварц (природный и искусственный), ниобат лития, кремний, кальцит, лангасит, алюмоиттриевый гранат, рубин, хлорид натрия и др.	10	
Кристаллы ниобата лития с регулярной доменной структурой	2	

Расходный материал для работы с одной группой в количестве 10 человек:

Наименование	Количество на группу из 10 человек, в шт.
Раствор LiIO_3	100 мл
Кремниевые пластины	6
Кристаллы NaCl , KCl , LiF	10

7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л.Н. Рашкович. Физика кристаллизации. — М.: Научный мир, 2015. — 102 с.
2. Е.Л. Бабилов, А.А. Ильин. Процессы кристаллизации и затвердевания - М.: Альфа, 2013. — 352 с.
3. М.П. Шаскольская. Кристаллы. М.: Наука, 1978. — 208 с.
4. Н.Н. Еремин, Т.А. Еремина. Занимательная кристаллография. — МЦНМО, 2013. — 152 с.
5. А.А. Штернберг. Кристаллы в природе и технике. — М.: Учпедгиз, 1961. — 90 с.
6. М.П. Шаскольская. Кристаллография: Учеб. пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1984. — 376 с.
7. Петров В.П. Рассказы о трех необычных минералах. — М.: Недра, 1978. — 176 с.
8. Леонюк Н.И., Копорулина Е.В., Волкова Е.А, Мальцев В.В. Кристаллография: зарождение, рост и морфология кристаллов. — М.: Юрайт.— 2018. — 152 с. — С. 8.

8. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Реализаторы программы:

- ведущий инженер МУИЛ ППид «Монокристаллы и заготовки на их основе» НИТУ «МИСиС», ассистент кафедры МПид НИТУ «МИСиС», Козлова Анна Петровна;
- доцент кафедры МПид НИТУ «МИСиС», к.ф.м.н., Диденко Ирина Сергеевна.