

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

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

_____ А.А. Волков

« 28 » _____ 20 19 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

«Мир кристаллов»

Возраст обучающихся: 14 - 18 лет

Срок реализации программы: 36 часов

автор-составитель:

А.П. Козлова, Кафедра материаловедения
полупроводников и диэлектриков НИТУ МИСиС,
ассистент

Москва
2019 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: 36 часов.

Наполняемость группы: 10-13 человек.

Режим занятий: по 2 академических часа в день.

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 заданными 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.

Слушатель, посетивший не менее 80 % занятий и успешно прошедший, итоговый контроль, получает сертификат о прохождении Элективного курса в рамках ДООП (форма прилагается – Приложение 1).

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН программы «Мир кристаллов»

№	Раздел/тема	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Знакомство с кристаллом. Кристалл как структура	2	1,5	0,5
2	Симметрия кристаллов	4	1,5	2,5
3	Как растут кристаллы	4	3,0	1,0
4	Свойства кристаллов. Оптика.	4	1,0	3,0
5	Свойства кристаллов. Микроскопия.	2	1,0	1,0
6	Свойства кристаллов. Пиро- и пьезоэффект.	2	1,0	1,0
7	Свойства кристаллов. Механические свойства.	2	1,0	1,0
8	Как измерять свойства кристаллов	2	1,0	1,0
9	Кристаллы и прорывные технологии. Применение кристаллов.	8	2,0	6,0

10	Подготовка проектов	6	2,0	4,0
Итого		36	15,0	21,0

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. Дефекты на поверхности и в объеме кристаллов.

Практическая работа. Наблюдение дефектов в кристаллах, определение размеров дефектов и глубины их нахождения. Наблюдение оптических эффектов в кристаллах: интерференционные картины в кристаллах в зависимости от их симметрии.

Модуль 6. Свойства кристаллов. Пиро- и 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 микротвердоме.

Модуль 8. Культура проведения эксперимента.

Теория. При наличии множества методов исследования кристаллических сред, таких как рентгеноструктурные, масс-спектрометрические, нейтронографические, оптические и другие методы, необходимы единые подходы к пониманию, трактовке и оценке свойств кристаллов для управления свойствами перспективных материалов и успешного использования. Что такое эксперимент, измерение и метрология.

Практическая работа. Как измерять свойства кристаллов. Метрологическое обеспечение измерений.

Модуль 9. 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

Наименование	На группу, шт	Примечание
		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.	Примечание
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. Бабиков, 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 втузов. — 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»
Козлова Анна Петровна;
- доцент кафедры МПид НИТУ «МИСиС», к.ф.м.н., Диденко Ирина Сергеевна.
- ассистент кафедры МПид НИТУ «МИСиС», к.ф.м.н., Забелина Евгения Викторовна
- ведущий инженер МУИЛ ППид «Монокристаллы и заготовки на их основе» НИТУ «МИСиС» ,
к.ф.м.н., с.н.с., Козлова Нина Семеновна;
- ведущий инженер МУИЛ ППид «Монокристаллы и заготовки на их основе» НИТУ «МИСиС»
Гореева Жанна Анатольевна.



СЕРТИФИКАТ

подтверждает, что

Фамилия Имя

прошел(а) элективный курс по
дополнительной общеобразовательной
программе

**название
Элективного курса**

в рамках проекта «Инженерный класс
в московской школе»

Проректор по образованию
НИТУ «МИСиС»
Т.Э. О`Коннор
(м/п)