

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по образованию

 Ю.И. Ришко

«10» апрель 2025 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа
«Получение высококачественного сырья для современной
цифровой техники»
Направленность: техническая**

Уровень: ознакомительный

Возраст обучающихся: 12 - 16 лет

Срок реализации программы: 10 академических часов

Составитель (разработчик):

Малофеева П.Р.,

ведущий специалист по профнавигации и
олимпиадному движению

отдела профессиональной навигации НИТУ
МИСИС



г. Москва
2025 год

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В 21 веке невозможно представить свою жизнь без современных смартфонов, гаджетов и различных устройств. Смартфоны на 40% состоят из металлов, на столько же из пластика, еще одна пятая часть — это керамика и другие материалы. В них около 60 различных металлов, это преимущественно медь, золото, платина, серебро и вольфрам. Незаменимыми являются так называемые редкоземельные металлы — из 17 существующих в гаджетах используют 16, например, неодим, тербий и диспрозий.

Благодаря им современные телефоны обладают свойствами, без которых их невозможно представить. Редкоземельные материалы нужны, чтобы смартфон мог вибрировать, их используют и для производства сенсорных экранов. Большинство из этих металлов обнаружили в течение последних двух столетий, и они довольно редки. Их добывают только в нескольких уголках мира и используют для производства не только смартфонов, но и солнечных панелей или электромобилей.

Добываемые в настоящее время из недр Земли руды содержат всего 20-25 % железа, 0,5 % меди, 0,1 % молибдена или вольфрама, граммы золота, серебра или урана на тонну породы, караты алмазов на 1 м³ породы.

Поскольку в настоящее время все полезные ископаемые проходят стадию обогащения и первичной переработки, а потери полезных ископаемых на этой стадии составляют более половины и в некоторых случаях — до 80 % общих потерь, комплекс процессов обогащения становится ключевым к решению выжнейших горнотехнических проблем: рационального использования минеральных ресурсов, создания безотходных производств, совершенствования процессов и аппаратов для переработки минерального сырья, разработки энергосберегающих технологий и т.д. В последние десятилетия в этой области произошли существенные сдвиги как в техническом, так и в теоретическом отношении.

Технология обогащения и переработки полезных ископаемых располагает целым рядом промышленных методов разделения минералов по их физическим и физико-химическим свойствам. Направленное изменение этих свойств дает возможность искусственно повышать контрастность природных свойств минералов, что значительно расширяет спектр полезных ископаемых, вовлекаемых в производство.

О технологических процессах переработки полезных ископаемых и их физико-химических основах, о способах получения чистых металлов и их использовании в сфере материального производства узнают школьники при освоении этой программы.

Программа «Получение высококачественного сырья для современной цифровой техники» является дополнительной общеразвивающей общеобразовательной программой, направленной на расширение кругозора школьников в области естественных наук и формирующей универсальное мировоззрение будущих инженеров и технических специалистов, основанное на понимании многоуровневых взаимосвязей в окружающем мире и в создаваемой человеком сфере материального производства, на уяснении единства физических закономерностей и фундаментальных принципов устройства материального мира. Значимость программы связана с необходимостью повышения привлекательности инженерного образования для молодежи в целях создания высококвалифицированного кадрового потенциала, обладающего широким спектром компетенций для реиндустриализации сырьевого и горно-перерабатывающего комплекса Российской Федерации, развития высокотехнологичных отраслей промышленности и инновационной экономики.

Данная программа базируется на современных естественно-научных дисциплинах, изучаемых в школе: физике, химии, естествознании. Приобретение знаний и навыков в области теории и процессов разделения минералов, а по сути — общезначимого разделения различных фаз — позволит учащимся расширить возможности и повысить результативность ведения научно-исследовательской и проектной деятельности в области инженерных и естественных наук.

Школьниками будут рассмотрены и изучены современные технологии переработки полезных ископаемых и техногенного сырья для получения высококачественной продукции

для производства цифровой техники. Все это также будет способствовать развитию творческого мышления и расширению их кругозора в области получения и дальнейшего использования природных сырьевых материалов.

Программа «Получение высококачественного сырья для современной цифровой техники» имеет инженерно-техническую и естественно-научную направленность.

Уровень освоения – ознакомительный.

Программа предполагает в простых терминах на понятном обучающимся языке пояснить закономерности процессов получения высококачественного сырья для современной цифровой техники, добываемых из полезных ископаемых и техногенного сырья на основе изучения их свойств.

Новизна программы заключается в развитии практико-ориентированного подхода при изучении инженерных и естественно-научных дисциплин. Учащиеся на основе знаний в области механического разделения различных минеральных сырьевых компонентов разрабатывают процессы и технологии комплексной переработки полезных ископаемых и техногенного сырья с целью получения высококачественного сырья для современной цифровой техники.

В программе заложены методические основы проектной деятельности обучающихся, что повысит результативность её освоения.

Актуальность программы. Расширение кругозора и формирование системы знаний на основе универсальных физических закономерностей и на примере современных подходов в получении высококачественного сырья для современной цифровой техники позволит сформировать первичную фундаментальную квалификацию инженера для группы смежных наукоемких инженерно-технических дисциплин, таких как материаловедение, технология минерального сырья и инженерное конструирование. Актуальная задача данной программы – усилить интерес к традиционным инженерно-техническим дисциплинам и сформировать представление о перспективных путях их развития в современную эпоху у будущего поколения инженеров.

Педагогическая целесообразность.

Концептуальная идея предлагаемого курса состоит в формировании образованной, творческой личности, активного и квалифицированного исследователя и испытателя окружающего мира, способного создавать и применять на практике различные инновационные технические и технологические решения, выявлять универсальные естественно-научные физические закономерности в механическом поведении природных минеральных материалов. Обучающиеся в процессе наблюдения, исследования в области разделения минеральных компонентов и анализа результатов исследований приобретут новые знания, умения и первичную квалификацию инженера, которые помогут в собственном сознательном выборе будущей профессии. Такой подход способствует приобретению и закреплению знаний, которые значительно расширят кругозор и могут стать определяющими при выборе направления ведения проектной и научно-исследовательской деятельности в школе, а затем и в образовательной организации высшего образования.

Деятельностный характер технологического образования, направленность содержания на формирование умений и навыков, знакомство со способами учебной, познавательной, коммуникативной, практической, творческой деятельности позволяет формировать у обучающихся способность ориентироваться в окружающем мире и подготовить их к продолжению профессионального образования в образовательных организациях любого типа. Развитие научно-технического и творческого потенциала личности обучающегося при освоении данной программы происходит преимущественно за счёт прохождения через разнообразные интеллектуальные, игровые, творческие, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач и подбора инструментария для оптимального решения научно-технических и инженерных проблем.

Программа разработана с опорой на общие педагогические принципы: актуальность, системность, последовательность, преемственность, индивидуальность, конкретность (возраст детей, их интеллектуальные возможности), направленность (выделение главного, существенного в образовательной работе), доступность, результативность.

Цель программы: расширение знаний школьников в области получения высококачественного сырья для современной цифровой техники путем проведения лекций и мастер-классов; освоение навыков проектной и научно-исследовательской деятельности.

В рамках дополнительного образования осуществляется формирование мотивированного стремления учащегося к пониманию и использованию универсальных физических закономерностей в механическом разделении минералов и компонентов полезных ископаемых в современных инновационных технологиях рационального недропользования. Закладывается фундамент квалификации и индивидуального вектора развития инженера, разрабатывающего перспективные экологически безопасные процессы и технологии переработки минерального и техногенного сырья: горного инженера, эколога.

Задачи программы.

Обучающие:

- расширение знаний в области физики, геологии, минералогии, экологии и других смежных естественных наук;
- знакомство с универсальными физическими основами и закономерностями механического разделения природных и техногенных минеральных материалов и компонентов;
- анализ использования минерального сырья в современной промышленности;
- формирование устойчивой мотивации к дальнейшему изучению исследуемых объектов.

Развивающие:

- обучение аргументированно отстаивать свою точку зрения, принимать решения, думать аналитически, творчески представлять свои идеи не только посредством речи, но и посредством иллюстраций, схем и др.;
- формирование практических навыков научно-исследовательской и проектной деятельности в области переработки и использования минерального сырья;
- развитие творческого и инженерного мышления;
- овладение навыками анализа и разработки процессов и технологий;
- развитие психофизиологических качеств учеников: памяти, внимания, способности логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.

Воспитательные:

- формирование умения работать в команде, вести спор и корректно отстаивать свое мнение;
- формирование профессионально значимых и личностных качеств: чувства общественного долга, трудолюбия, коллективизма, организованности, дисциплинированности;
- формирование творческого отношения к выполняемой работе.

Отличительной особенностью программы является то, что она реализуется в короткие сроки за счет сокращения теоретического материала, за счет нестандартных методов изучения материала, простого объяснения сложных явлений и наглядности протекающих процессов и достигаемых результатов разделения минеральных компонентов. Одновременное приобретение теоретических знаний и их закрепление на практике происходит также в процессе проведения мастер-классов. Это поддерживает высокую мотивацию обучающихся и результативность занятий.

Возраст обучающихся: 12-16 лет.

Сроки реализации: 10 академических часов.

Формы и режим занятий.

Формы проведения занятий:

- теоретические занятия;
- практические занятия;
- интерактивные формы получения и закрепления материала (викторины, разработка проектов).

Формы организации деятельности: групповые и индивидуально-групповые.

Наполняемость группы: 10-15 человек.

Режим занятий: 5 занятий по 2 академических часа в день.

Формат проведения занятий: очный или дистанционный.

Формы организации деятельности: групповые и индивидуально-групповые.

Методы обучения: вербальные (устное объяснение материала), наглядные (презентация), практические (дети проводят опыты и эксперименты), аналитические (обрабатывают и анализируют результаты исследований, пишут отчеты, предлагают новые варианты решения инженерных задач).

Планируемые результаты освоения Программы.

В результате освоения Программы, обучающиеся **будут знать:**

- классификацию и назначение (область применения) полезных ископаемых и металлов;
- теоретические основы разделения твердых минеральных компонентов и сырьевых, в том числе техногенных материалов;
- методы и процессы обогащения и переработки минерального и техногенного сырья;
- основные области применения продуктов переработки минерального и техногенного сырья, их свойства;
- основы создания безотходных, экологически безопасных технологий рационального недропользования.

будут уметь:

- анализировать и разрабатывать процессы и технологии комплексной переработки полезных ископаемых;
- определять области дальнейшего использования продуктов переработки в технологической деятельности человека;
- аргументированно и корректно отстаивать свою точку зрения;
- работать в команде и принимать решения;
- предлагать технические решения в области рационального недропользования;
- творчески представлять свои идеи при помощи вербальных и иных средств передачи информации.

Способы определения результативности программы:

- анализ активности обучающихся в проводимых мероприятиях;
- количество реализованных в ходе программы проектов;
- анкетирование обучающихся по окончании курса;
- критический анализ проведенных мероприятий;
- выявление и внедрение лучших практик.

Формы и виды контроля, подведение итогов программы.

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 дает короткие задания.

Тематический контроль. Будет проводиться в виде практических заданий по итогам каждой темы с целью систематизации, обобщения и закрепления материала.

Итоговый контроль. Оценка уровня освоения программы в целом. Проводится в форме тестирования по тематике программы.

В процессе обучения будут применяться различные методы контроля, в том числе с использованием современных технологий.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ «ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ

2.1 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации (контроля)
		Всего	Теория	Практика	
1	История развития горного дела. Полезные ископаемые на службе у человека – от каменного века до наших дней.	2	2	0	Контрольная работа, тесты, творческие задания
2	Классификация полезных ископаемых и металлов, их свойства, назначение, области применения.	2	2	0	Контрольная работа, тесты, творческие задания
3	Процессы обогащения и переработки полезных ископаемых с целью получения полезных компонентов. Поведение минералов в различных полях – гравитационных, магнитных, электрических и др.	2	1	1	Контрольная работа, тесты, творческие задания
4	Физико-химические и химические способы извлечения металлов из руд.	2	1	1	Контрольная работа, тесты, творческие задания
5	Полезные минералы и технологии их извлечения в XXI веке. Нанотехнологии в обогащении.	2	1	1	Контрольная работа, тесты, творческие задания
ИТОГО		10	7	3	

2.2 РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

1. История развития горного дела. Полезные ископаемые на службе у человека от каменного века до наших дней (2 часа).

Теоретическая часть. Основной темой данного модуля является ознакомление с историей освоения человеком минеральных кладовых литосферы Земли от времен палеолита до наших дней.

Школьники познакомятся с закономерностями формирования месторождений полезных ископаемых, основными типами месторождений, с рудами прошлого, настоящего и будущего, добычей полезных ископаемых открытым и подземным способом, скважинными геотехнологиями, а также с основами обогащения полезных ископаемых и металлургии.

2. Классификация полезных ископаемых и металлов, их свойства, назначение, области применения (2 часа).

Теоретическая часть. Темой является знакомство с классификацией полезных ископаемых и металлов по их дальнейшему использованию в промышленности и технологиях, с их качественными потребительскими характеристиками и свойствами, применением в различных сферах материального производства.

3. Процессы обогащения и переработки полезных ископаемых с целью получения полезных компонентов. Поведение минералов в различных полях – гравитационных, магнитных, электрических и др. (2 часа).

Теоретическая часть. Ознакомительная практико-ориентированная составляющая данного модуля - знакомство с вещественным составом полезных ископаемых и технологическими свойствами минералов (являющихся кристаллическими твердыми телами): крупностью, плотностью, удельной магнитной восприимчивостью, электропроводностью, оптическими характеристиками и др. Учащиеся узнают закономерности поведения частиц различных минералов в силовых энергетических полях, определяемые известными физическими законами. Также познакомятся, как обогатительные технологии помогают перерабатывать мусор и твердые бытовые отходы и извлекать из них полезные вещества.

Практическая часть. Обсуждение и анализ эффективности обогатительных технологий при переработке различных видов нерудных полезных ископаемых.

4. Физико-химические и химические способы извлечения металлов из руд (2 часа).

Теоретическая часть. Ознакомительная практико-ориентированная составляющая данного модуля состоит в знакомстве с основными закономерностями разделения различных веществ, в том числе и минералов на границе раздела фаз. Учащиеся ознакомятся с теоретическими основами и практикой флотации полезных ископаемых; узнают, как с помощью флотации можно очистить сточные воды, загрязненные тяжелыми металлами и нефтепродуктами, а также воздух от аэрозолей и дымов, и многое другое, что определяет универсальность этого процесса. Также учащиеся познакомятся с процессами выщелачивания металлов из руд.

Практическая часть. Обсуждение и анализ применения флотационных и химических технологий в различных отраслях промышленности и при решении экологических проблем.

5. Полезные минералы и технологии их извлечения в XXI веке. Нанотехнологии в обогащении минерального сырья (2 часа).

Теоретическая часть. Темой является знакомство с технологиями получения высококачественного сырья для современной цифровой техники, без которых невозможно создание современных гаджетов, радиоэлектронной техники, автомобиле-, авиа-, судостроения, космической и военной техники.

Практическая часть. Обсуждение и анализ современной цифровой техники и применение в ней полезных ископаемых.

3. ФОРМЫ И ВИДЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Виды контроля:

- *предварительный контроль* (проверка знаний учащихся на начальном этапе освоения Программы). Проводится в начале реализации Программы в виде входного тестирования;

- *итоговый контроль* проводится по результатам итогового тестирования и выполнения контрольной работы;

Формы и содержание итоговой аттестации:

- беседа;
- опрос;
- тестирование.

Типовые примеры текущего контроля

Примеры вопросов для тестового задания:

- 1) Какими методами анализа можно определить гранулометрический состав (укажите неправильный ответ)?
 - 1- седиментационным
 - 2- ситовым
 - 3- микроскопическим
 - 4- химическим
- 2) Каково назначение операций классификации?
 - 1 -разделение полезных ископаемых на классы крупности через просеивающую поверхность
 - 2- разделение полезных ископаемых на классы крупности по скорости падения в среде
 - 3-разделение полезных ископаемых на продукты по содержанию ценного компонента
 - 4- получение однородных продуктов по показателям качества
- 3) Для чего проводят минералогический анализ?
 - 1- для определения обогатимости
 - 2- для определения химического состава
 - 3- для определения крупности материала
 - 4- для определения минеральных форм проявления того или иного элемента
- 4) Какая используется технология на фабрике, перерабатывающей магнетитовые руды?
 - 1- флотационная
 - 2- гравитационная
 - 3- магнитная
 - 4- комбинированная
- 5) Какой минерал считается проводником?
 - 1-микроклин (полевые шпаты)
 - 2- кварц
 - 3- алмаз
 - 4- рутил

Примеры вопросов для творческого задания (реферат, доклад):

- 1) Какую роль в развитии народного хозяйства играет обогащение полезных ископаемых?
- 2) Классификация полезных ископаемых. Принципы их комплексного использования. Роль и место ОПИ в технологии переработки минерального сырья.
- 3) Методы и процессы обогащения полезных ископаемых.
- 4) Основные технологические показатели обогащения полезных ископаемых. Схемы обогащения, их классификация и назначение.
- 5) Основные параметры, характеризующие качество полезных ископаемых и возможность его обогащения.
- 6) Процессы и аппараты для разделения минерального сырья по крупности. Классификация процессов, их сущность и технологическое назначение. Гранулометрический состав минерального сырья, методы его определения.
- 7) Процессы гравитационного обогащения. Область применения.
- 8) Теоретические основы магнитного обогащения полезных ископаемых. Магнитная сепарация. Область ее применения, основные закономерности.
- 9) Теоретические основы электрического обогащения полезных ископаемых.
- 10) Химическое обогащение. Термические процессы и обогащение растворением. Область применения.

Примеры задач для контрольной работы:

Задача 1.

Рассчитать выход никелевого концентрата, содержащего 10% никеля. На фабрику поступает руда с содержанием никеля

3,2%. Извлечение никеля в концентрат – 80%.

Задача 2.

Определить, сколько тонн концентрата в сутки выдает фабрика, если выход концентрата – 5%, а производительность фабрики 600 т/ч руды.

Задача 3.

Определить выход концентрата и хвостов, если фабрика перерабатывает руду с содержанием меди 1,2%, а после обогащения получается два продукта: концентрат с содержанием меди 20% и хвосты с содержанием меди 0,2%.

Задача 4.

Рассчитать выход и извлечение свинца в концентрат, если фабрика перерабатывает в сутки 16000 т руды с содержанием свинца 2,5% и получает 800 т концентрата с содержанием свинца 45%.

Задача 5.

Определить суточную производительность фабрики по руде, если фабрика выдает 1500 т/сутки концентрата при выходе 2,5%.

4. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

С целью стимулирования творческой активности учащихся будут использованы:

- метод проектов;
- метод погружения;
- методы сбора и обработки данных;
- исследовательский и проблемный методы;
- анализ справочных и литературных источников;
- поисковый эксперимент;
- опытная работа;
- мастер-классы;
- классификация образцов нерудного сырья;
- анализ и обобщение результатов.

ВИДЫ ДИДАКТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Для обеспечения наглядности и доступности изучаемого материала будут использоваться:

- наглядные пособия смешанного типа (слайды, видеозаписи, презентации);
- дидактические пособия (карточки с заданиями, раздаточный материал);
- геологическая коллекция основных горных пород, минералов, металлов.
- реактивы и реагенты;
- подготовленные искусственные смеси различных нерудных минералов.

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Специализированные лаборатории и классы, основные установки и стенды

Площадка:

Мультимедийная аудитория, класс с соответствующим оборудованием.

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Реализатор программы:

Малофеева Полина Руслановна – ведущий специалист по профнавигации и олимпиадному движению отдела профессиональной навигации НИТУ МИСИС.

6. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник для вузов: В 2 т. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. — Т. 1. Обогащительные процессы.— 417 е.: ил. ISBN 5-7418-0398-9
2. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник для вузов: В 2 т. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. — Т. 2. Технологии обогащения полезных ископаемых.— 310 е.: ил.; ISBN 5-7418-0399-7;
3. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: Учебник для вузов. В 3 т.- М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. - Т. II. Технология обогащения полезных ископаемых. -510 с.: ил. ISBN 5-7418-0242-7;
4. Юшина, Т.И. Получение высококачественного сырья для современной цифровой техники: метод. указания / Т.И. Юшина, А.М. Думов, П.Р. Малофеева. – Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2021. – 120 с.