

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по дополнительному образованию

В.Л. Петров

2021 г.



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

Уровень: вводный

Возраст обучающихся: 14 - 18 лет

Срок реализации: 24 академических часа

Составитель (разработчик):

Юшина Т.И.,

доцент, к.т.н., зав. кафедрой ОПИ ГИ НИТУ «МИСиС»,

Малофеева П.Р.,

ассистент кафедры ОПИ ГИ НИТУ «МИСиС»

г. Москва

2021 год

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Характеристика дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

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 для решения важнейших 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» (далее — Программа) является дополнительной общеразвивающей общеобразовательной программой, направленной на расширение кругозора обучающихся 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 – общезакономерного разделения различных фаз – позволит учащимся расширить возможности и повысить результативность ведения научно-исследовательской и проектной деятельности в области инженерных и естественных наук.

В рамках Программы рассматриваются и изучаются 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 имеет естественнонаучную направленность.

Уровень освоения – вводный. 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 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 обучающихся, их интеллектуальные возможности), направленность (выделение главного, существенного в образовательной работе), доступность, результативность.

Цель программы: формирование и развитие у обучающихся интеллектуальных и практических компетенций в области естественных наук.

Это достигается проведением лекций и мастер-классов; освоением навыков проектной и научно-исследовательской деятельности; формированием 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 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: 14-18 лет.

Сроки реализации: 24 академических часа.

Формы и режим занятий

Формы проведения занятий: теоретические, практические (мастер-классы), интерактивные формы получения и закрепления материала (викторины, разработка проектов).

Формы организации деятельности: групповые и индивидуально-групповые.

Наполняемость группы: 10-15 человек.

Режим занятий: 1 занятие в неделю по 3 академических часа.

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;
- правила техники безопасности при работе с инструментами;

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.

2. УЧЕБНЫЙ (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.	6	1	5	Контрольная работа, тесты, творческие задания
2	Классификация полезных ископаемых и металлов, их свойства, назначение, области применения.	4	1	3	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.	10	2	8	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
Итоговая аттестация - как совокупность выполненных промежуточных работ текущего контроля					Зачтено / не зачтено
ИТОГО		24	6	18	

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО (ТЕМАТИЧЕСКОГО) ПЛАНА

1. История развития горного дела. Полезные ископаемые на службе у человека от каменного века до наших дней (6 часов).

Теория. История освоения человеком минеральных кладовых литосферы Земли от времен палеолита до наших дней. Закономерности формирования месторождений полезных ископаемых. Основные типы месторождений, руда. Добыча полезных ископаемых открытым и подземным способом, основы обогащения полезных ископаемых и металлургии.

Практика. Знакомство с образцами горных пород, минералов и металлов из геологической коллекции.

2. Классификация полезных ископаемых и металлов, их свойства, назначение, области применения (4 часа).

Теория. Классификация полезных ископаемых и металлов. Применение полезных ископаемых и металлов в различных сферах материального производства.

Практика. Оценка качественных и потребительских свойств полезных ископаемых природного и техногенного происхождения с точки зрения их дальнейшего использования как самостоятельного продукта или продукта после соответствующей переработки.

3. Процессы обогащения и переработки полезных ископаемых с целью получения полезных компонентов. Поведение минералов в различных полях – гравитационных, магнитных, электрических и др. (10 часов).

Теория. Вещественный состав полезных ископаемых, технологические свойства минералов. Закономерности поведения частиц различных минералов в силовых энергетических полях. Обогащительные технологии переработки мусора и твердых бытовых отходов.

Практика. Проведение экспериментальной работы по разделению различных минералов и материалов по крупности, плотности (скорости падения в различных средах), магнитной восприимчивости, электропроводности, цвету и блеску, упругости. Обсуждение и анализ эффективности обогащительных технологий при переработке различных видов нерудных полезных ископаемых.

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

Теория. Основные закономерности разделения различных веществ на границе раздела фаз. Флотация полезных ископаемых, сточных вод, воздуха. Выщелачивания металлов из руд.

Практика. Проведение экспериментальной работы по разделению минералов методом флотации, а также очистки воды от нефтепродуктов. 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. (2 часа).

Теория. Технологиями получения высококачественного сырья для современной цифровой техники.

Практика. Знакомство с основными технологиями.

4. ФОРМЫ И ВИДЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1 Виды контроля

В образовательном процессе используются следующие методы контроля усвоения учащимися учебного материала:

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

- *текущий контроль* (отслеживание активности обучающихся в выполнении ими творческих работ), а также по результатам промежуточного тестирования и выполнения контрольной работы;

- *итоговый контроль* (заключительная проверка знаний, умений, навыков по итогам реализации Программы. Презентация подготовленных учащимися творческих работ.

4.2 Требования к оценке творческой работы

Творческая работа (проект) оценивается положительно, если:

- определена и четко сформулирована цель работы;
- характеризуется оригинальностью идей, исследовательским подходом, подобранным и проанализированным материалом;
- содержание работы изложено логично;
- прослеживается творческий подход к решению проблемы, имеются собственные предложения;
- сделанные выводы свидетельствуют о самостоятельности ее выполнения.

Форма защиты творческой работы (проекта) – очная презентация.

4.3 Примеры типовых 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

4.4 Примеры тем 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.

4.5 Примеры типовых 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%.

4.6 Формы и содержание итоговой аттестации

Итоговая аттестация проводится на основании выполненных промежуточных работ текущего и итогового контроля

Оценивание: зачтено / не зачтено

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Материально-техническое обеспечение программы

- персональный компьютер/ноутбук – 3 шт.;
- канцелярские принадлежности;
- микроскоп бинокулярный – 3 шт.;
- мешочки и коробки для образцов – 20 шт.;
- анализаторы магнитный АМР или шуп магнитный лабораторный МЦ (производство НПО «ЭРГА», Россия) (опционально) – 1 шт.;
- лупа – 5 шт.;
- фарфоровые миски для продуктов сепарации – 20 шт.;
- резиновые груши объемом 20, 50 и 100 мл – по 4 шт.;
- халаты рабочие – 20 шт.;

- резиновые (латексные) перчатки – 25 шт;
- ящики для геологической коллекции (опционально) - 4 шт;
- весы лабораторные ЕТ-300-Н (производство «ПетВес», Россия) (опционально) – 1 шт;
- мешалка магнитная с подогревом 78-1 и штативом (поставщик «Апекслаб») (опционально) – 1 шт;
- контейнеры пластиковые с винтовой крышкой (на 50, 100 и 150 мл) – по 10 шт;
- ступка фарфоровая с пестиком – 2 шт;
- набор сит стандартный – 1 шт;
- лабораторный встряхиватель;
- пробы кускового и сыпучего материала (строительные горные породы и кварцевый песок различных месторождений);
- лабораторный электромагнитный роликовый сепаратор 138Т-СЭМ;
- лабораторный электрический сепаратор ЭС-2;
- лабораторный плоскокачающийся грохот типа МОЛМ.

Методическое обеспечение 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.

Кадровое обеспечение программы

Реализаторы программы: Юшина Татьяна Ивановна - к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Обогащение и переработка полезных ископаемых и техногенного сырья» Горного института НИТУ «МИСиС»; Малофеева Полина Руслановна - ассистент кафедры «Обогащение и переработка полезных ископаемых и техногенного сырья» НИТУ «МИСиС».

7. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдохин В.М. Учебник для вузов: «Основы обогащения полезных ископаемых», Т.1. Обогащительные процессы. Изд-во МГГУ, Горная книга, Москва, 2016.
2. Авдохин В.М. Учебник для вузов: «Основы обогащения полезных ископаемых», Т.2. Технологии обогащения полезных ископаемых. Изд-во МГГУ, Горная книга, Москва, 2015.
3. Абрамов А.А. Учебник для вузов: «Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых», Т.2. Технология обогащения полезных ископаемых. Изд-во МГГУ, Горная книга, Москва, 2004.
4. Юшина Т.И. Лабораторный практикум «Обогащение полезных ископаемых». Изд-во МГГУ, Москва, 2011.