МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
_____ А.А. Зубков

02.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Маркшейдерское дело

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Разработки месторождений полезных ископаемых
Курс	5
Семестр	10

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых
19.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой _____С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
02.02.2026 г. протокол № 5

Председатель _____ А.А. Зубков

Согласовано:
Зав. кафедрой Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых

_____ И.А. Гришин

Рабочая программа составлена:
профессоро кафедры РМПИ, д.т.н. _____В..Ю. Заляднов

Рецензент:
Зав. лаб. обогащения ООО «УралГеоПроект РМПИ, к.т.н.
_____В.Ш. Галямов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2032 - 2033 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.Е. Гавришев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Формирование у студентов системного научно-практического понимания принципов, методов и технологий изучения, оценки и рациональной разработки техногенных месторождений полезных ископаемых с учётом геолого технических, экологических, экономических и социальных аспектов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Разработка техногенных месторождений входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Маркшейдерская документация

Геология полезных ископаемых Урала

Основы геомеханики

Физика горных пород

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Экономика и управление горным производством

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Разработка техногенных месторождений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-11 Способен разрабатывать и реализовывать планы мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	
ОПК-11.1	Анализирует и критически оценивает результаты наблюдений техногенной нагрузки производства на окружающую среду при добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов
ОПК-11.2	Разрабатывает и реализовывает план мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 42,8 акад. часов:

– аудиторная – 42 акад. часов;

– внеаудиторная – 0,8 акад. часов;

– самостоятельная работа – 65,2 акад. часов;

– в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Введение								
1.1 Цели и задачи дисциплины; место дисциплины в профессиональной подготовке горных инженеров; базовые нормативные документы, источники, обзор современной литературы и диссертаций	10	1			10			ОПК-11.1
Итого по разделу		1			10			
2. 2. Геология и генезис техногенных месторождений								
2.1 Классификация техногенных месторождений, источники формирования техногенных георесурсов	10	1,5			10			ОПК-11.1
2.2 Инженерно геологические, физико-механические и физико химические свойства техногенных пород и их влияние на технологию разработки		1,5			10			ОПК-11.1
Итого по разделу		3			20			
3. 3. Разведка, оценка и моделирование техногенных запасов								
3.1 Методы отбора проб для отвалов и хвостов (планирование работ, контроль качества)	10	1,5	7					ОПК-11.1
3.2 Методы оценки		1,5	7					ОПК-11.1

запасов и распределения ценных компонентов; использование ГИС и 3D моделирования для инвентаризации техногенных массивов								
Итого по разделу		3	14					
4. 4. Технология отработки техногенных месторождений								
4.1 Проектирование и планирование отработки: схемы выемки, очередность отработки, производственная мощность	10	2,5	7					ОПК-11.1, ОПК-11.2
4.2 Технологические процессы при отработке: вскрышные и подготовительные работы, погрузочно транспортные комплексы, дробление/сортировка на карьере, механизация и автоматизация технологических операций		2,5	7		10			ОПК-11.1, ОПК-11.2
Итого по разделу		5	14		10			
5. 5. Способы формирования и повышения ценности техногенных георесурсов								
5.1 Направления использования отвалов и выработанного пространства карьеров в виде новых георесурсов	10	1			10			ОПК-11.1, ОПК-11.2
5.2 Анализ ценности техногенных георесурсов		1			15,2			ОПК-11.1, ОПК-11.2
Итого по разделу		2			25,2			
Итого за семестр		14	28		65,2		зачёт	
Итого по дисциплине		14	28		65,2		зачет	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Разработка техногенных месторождений» используются традиционная и модульно - компетентностные технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных предоставлений по курсу «Разработка техногенных месторождений» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-информация, лекций-конференций, лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал изложенный и объясненный студентам на лекциях-информациях, подлежит самостоятельному осмыслению и запоминанию. Совокупность докладов по предварительно подготовленной проблематике сделанных на лекции-конференции обеспечивает все-стороннее освещение проблемы за счет дополнения и уточнения преподавателем, а также подведением итогов в конце лекции с формулированием основных выводов. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и традиционный семинар.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, и докладов для практических занятий, при подготовке к итоговой аттестации

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Перспективные способы разработки месторождений: учебное пособие / Ю. А. Королёв [и др.]. – М. : Горная книга, 2026. – 240 с.

2. Техногенные месторождения как объект недропользования: современные технологии оценки и разработки / под ред. Ю. А. Бородина. – М. : НГН, 2025. – 168 с.

3. Методические рекомендации по разведке и технологической отработке техногенных месторождений россыпного золота и платиноидов. – М. : ВИМС, 2023. – 84 с.

4. Макаров, В. А. Формирование и выбор технологических схем разработки техногенных месторождений с учетом влияния кондиций и объемов использования минерального сырья : автореферат дисс. … канд. техн. наук : 05.15.03 / В. А. Макаров. – Алма Ата, 2022. – 24 с.

5. Архипов, А. В. Техногенные месторождения. Разработка и формирование : монография / А. В. Архипов, С. П. Решетняк; под науч. ред. акад. Н. Н. Мельникова. – М. : МГГУ, 2017. – 212 с.

б) Дополнительная литература:

6. Корнеева, С. И. Совершенствование технологии разработки техногенных россыпных месторождений золота на основе применения земснарядов : дис. … канд. техн. наук : 05.15.03 / С. И. Корнеева. – Хабаровск, 2000. – 132 с.

7. Кидун, Ю. Ю. Экономическое обоснование эффективности повторной разработки россыпных месторождений золота : дис. … канд. экон. наук : 08.00.05 / Ю. Ю. Кидун. – М., 2003. – 166 с.

8. Петров, А. И. Техногенные россыпные месторождения: принципы оценки и технология отработки : учеб. пособие / А. И. Петров. – М. : Недра, 2018. – 212 с.

9. Вострикова, И. В. Техногенные россыпи: современные проблемы и методы разработки : учеб. пособие / И. В. Вострикова. – Челябинск : ЧелГУ, 2017. – 148 с.

10. Григорьев, С. Г. Технология комплексной отработки техногенных месторождений : монография / С. Г. Григорьев, В. А. Семенов. – Екатеринбург : УГГУ, 2016. – 180 с.

11. Борисов, В. Н. Освоение техногенных месторождений: выбор и обоснование технологических схем : монография / В. Н. Борисов. – М. : Горная книга, 2015. – 206 с.

12. Богомолов, А. В. Технологические схемы отработки техногенных россыпей : науч. монография / А. В. Богомолов. – Иркутск : ИГУ, 2014. – 192 с.

13. Марков, А. С. Разработка техногенных образований при рекультивации отвалов : автореферат дис. … канд. техн. наук : 05.15.03 / А. С. Марков. – Новосибирск, 2013. – 22 с.

14. Заляднов, В.Ю. Обоснование способов формирования техногенных георесурсов при открытой разработке железорудных месторождений: дис. … канд. техн. наук: 25.00.22 / В.Ю. Заляднов; Магнитог. гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск. 2005. – 130 с.

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
GIMP	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и подготовленные проекты документов по технической защите информации ФСТЭК России	https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	https://eivis.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Доска, мультимедийный проектор, экран;

Помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Приложение 1

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося

Перечень тем для подготовки к лекционным занятиям:

1. Введение (1 ч)
   - Цели и задачи дисциплины; место дисциплины в профессиональной подготовке горных инженеров; базовые нормативные документы, источники, обзор современной литературы и диссертаций.
2. Геология и генезис техногенных месторождений (3 ч)
   - 2.1 Классификация техногенных месторождений, источники формирования техногенных георесурсов.
   - 2.2 Инженерно-геологические, физико-механические и физико-химические свойства техногенных пород и их влияние на технологию разработки.
3. Разведка, оценка и моделирование техногенных запасов (3 ч)
   - 3.1 Методы отбора проб для отвалов и хвостов (планирование работ, контроль качества).
   - 3.2 Методы оценки запасов и распределения ценных компонентов; использование ГИС и 3D-моделирования для инвентаризации техногенных массивов.
4. Технология отработки техногенных месторождений (5 ч)
   - 4.1 Проектирование и планирование отработки: схемы выемки, очередность отработки, производственная мощность.
   - 4.2 Технологические процессы при отработке: вскрышные и подготовительные работы, погрузочно-транспортные комплексы, дробление/сортировка на карьере, механизация и автоматизация технологических операций.
5. Способы формирования и повышения ценности техногенных георесурсов (2 ч)
   - 5.1 Направления использования отвалов и выработанного пространства карьеров в виде новых георесурсов.
   - 5.2 Анализ ценности техногенных георесурсов.

Перечень тем для подготовки к лабораторным занятиям:

Лабораторная №1 — Пробоотбор и подготовка проб из отвальных тел и хвостохранилищ (полевые методики в условиях лаборатории, оформление журналов проб).

Лабораторная №2 — Гранулометрический анализ и определение физических свойств техногенных пород (просеивание, плотность, пористость, влажность).

Лабораторная. №3 — Химический и минералогический анализ проб: определение содержания целевых компонентов (металлов), pH, сульфатов, серы (основные методы анализа, пробоподготовка).

Лабораторная. №4 — Геотехнические испытания: определение прочности на сдвиг и угла внутреннего трения материалов.

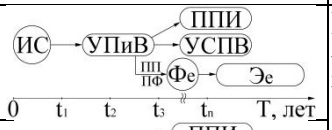
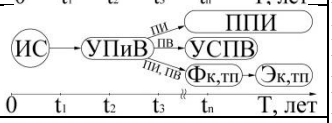
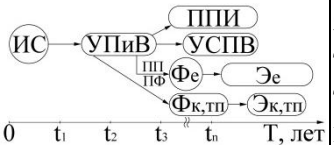
Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
ОПК-11 Способен разрабатывать и реализовывать планы мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов		
ОПК-11.1	Анализирует и критически оценивает результаты наблюдений техногенной нагрузки производства на окружающую среду при добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	**Вопросы для подготовки к экзамену** 1. Каковы цели и задачи дисциплины «Разработка техногенных месторождений» и какое место она занимает в подготовке горных инженеров? 2. Дайте современное определение техногенных месторождений и перечислите основные типы их классификации. 3. Какие источники формирования техногенных георесурсов выделяются в научной литературе и какие из них представляют наибольший практический интерес? 4. Какие ключевые инженерно-геологические свойства техногенных пород влияют на выбор технологии их разработки? 5. Какие физико-механические и физико-химические характеристики техногенных материалов наиболее часто применяются при проектировании технологических операций и почему? 6. Какие основные методы и принципы организации пробоотбора для техногенных массивов вы знаете и какие требования предъявляются к контролю качества проб? 7. Какие типичные источники систематических и случайных ошибок при пробоотборе техногенных материалов и какие меры применяются для их минимизации? 8. Какие подходы к оценке запасов техногенных месторождений применяются в практике и в каких ситуациях предпочтительны те или иные методы? 9. Какие этапы и данные включает процесс геостатистического моделирования и трёхмерной инвентаризации техногенных массивов? Как используются ГИС-технологии при инвентаризации и мониторинге техногенных месторождений и какие типы картографических слоёв являются ключевыми? Определение параметров горнотехнической системы с совокупным использованием природных и техногенных георесурсов должно осуществляться согласно системе целевых функций с учетом эффекта от техногенного преобразования потоков ресурсов, дополнительных затрат на подготовку, формирование и использование в течение времени *t* техногенных

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		георесурсов, создаваемых с заранее заданными потребительскими характеристиками в соответствии с конструктивными и технологическими особенностями горнотехнической системы. $$\begin{cases} \mathrm{J} = \sum_{t=1}^{T} \mathrm{Ц}_{tпр} - \sum_{t=1}^{T} \mathrm{З}_{tпр} + \sum_{t=1}^{T} \mathrm{О}_{tпр} + \sum_{t=1}^{T} \mathrm{Д}C_i \to \max, \\ M^K = \dfrac{Q^K}{P + V^K} = \dfrac{1 + k_{вск}}{P \cdot U + V^K} \to \min, \\ S^K = \dfrac{\mathrm{З}^{\mathrm{К}}}{\mathrm{Ц}^{\mathrm{К}}} \to \min, \end{cases} \quad (4)$$ где J – доход от реализации полезных ископаемых и использования созданных техногенных объектов, руб.; $Ц_{tпр}$ – приведенная к моменту сдачи карьера в эксплуатацию ценность полезных ископаемых и техногенных объектов, руб.; $З_{tпр}$ – приведенные к моменту сдачи в эксплуатацию карьера затраты на разработку месторождения и формирвоние техногенных объектов, руб.; $О_{tпр}$ – остаточная реализуемая стоимость основных фондов на момент времени t, руб.; $ДС_i$ –добавлен-ная стоимость техногенного объекта в соответствии с выбранным направлением его использования, руб.; M^K – коэффициент горной массы, м^3/м^3; Q^K – объем горной массы, м^3; P – объем добычи полезных ископаемых за рассматриваемый период t, т; V^K – объем вскрыши, использованной при создании техногенных георесурсов на базе карьера и отвалов, м^3; U – среднее содердание полезных в руде, д.е.; S^K – коэффициент, определяющий отношение затрат на разработку месторождения с начала освоения участка недр $З^К$ к стоимости получаемой за это время продукции $Ц^К$, руб./руб.; T – срок освоения участка недр, лет. В отличие от известной методики определения глубины карьера по предельному коэффициенту вскрыши, в разработанной концепции глубину карьера предлагается рассчитывать по коэффициенту горной массы ($М^К$) в пределах расчетного этапа времени t в соответствии с системой целевых функций $$\begin{cases} M^K = \dfrac{V + P}{P + V^K} \to \min; \\ (V - V^K) \to \min, \end{cases} \quad (5)$$ где V – объем вскрыши в контуре карьера, м^3. Структурной схемой горнотехнической системы при совокупном использовании природных и техногенных георесурсов
ОПК-11.2	Разрабатывает и реализовывает план мероприятий по снижению техногенной нагрузки	**Вопросы для подготовки к экзамену** 1. Какие критерии следует учитывать при выборе схемы и очередности выемки при поэтапной разработке техногенных массивов? 2. Какие основные технологические операции относятся к вскрышным и подготовительным работам при разработке техногенных месторождений и какие требования к их организации?

<table>
<tr><td>Код индикатора</td><td>Индикатор достижения компетенций</td><td>Оценочные средства</td></tr>
<tr><td></td><td>производства на окружающую среду при добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов</td><td>
3. Какие факторы определяют выбор типа погрузочно-транспортного комплекса и схемы дробления/сортировки при переработке техногенных материалов?
4. Какие направления механизации и автоматизации технологических операций наиболее актуальны для переработки техногенных георесурсов и каково их влияние на безопасность и экономику производства?
5. Какие варианты формирования отвалов и выработанных пространств повышают ценность техногенных георесурсов с точки зрения извлечения компонентов, рекультивации или вторичного применения?
6. Какие методические подходы к оценке ценности техногенных месторождений предложены в современных диссертационных и научных исследованиях, и какие исходные данные и допущения обычно необходимы для таких оценок?
<table>
<tr><td colspan="2">ехногенного объекта и о местоположение</td><td>Структура схемы</td><td>Расшифровка струк характеристик</td></tr>
<tr><td rowspan="2">емная кость</td><td>В недрах</td><td>
</td><td rowspan="3">ИС – исходное сост участка;
УПиВ – упорядочен подготовка и выемк пород;
ПИ – полезное ископаемое;
ПВ – породы вскры
ППИ – переработка
УСПВ – упорядочен складирование порс вскрыши;
$Ф_е$, $Ф_{тп}$, $Ф_к$, $Э_е$, $Э_{тп}$, соответственно формирование и эксплуатация техногенных емкос технологических площадок, коммуникаций;
ПП, ПФ – соответст породы с требуемы прочностными и противофильтрацио характеристиками</td></tr>
<tr><td>На поверхности</td><td>
</td></tr>
<tr><td>огические цадки и никации</td><td>В карьере и на отвале</td><td>
</td></tr>
<tr><td>ирование влений и огенный шафт</td><td>На поверхности и в недрах</td><td>
</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Освоение ресурсов в Арктической зоне» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, практические задания и контрольные работы, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания на зачёте:

– на ***оценку «зачтено»*** обучающийся демонстрирует пороговый уровень освоения компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на ***оценку «не зачтено»*** обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.