



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  
И.А. Пыталев

07.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ  
ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ  
ВОД***

Научная специальность  
2.8.9. Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

|                     |                                                                 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт горного дела и транспорта                              |
| Кафедра             | Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых |
| Курс                | 2                                                               |
| Семестр             | 4                                                               |

Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых  
27.02.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой  И.А. Гришин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
07.02.2025 г. протокол № 4

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры ГМДиОПИ, докт. техн. наук  Н.Н. Орехова

Рецензент:  
профессор кафедры обогащения полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», докт. техн. наук



А.Е. Пелевин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Геологии, маркшейдерского дела и обогащения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Гришин

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

являются:

- изучение качественно количественных характеристик природных и техногенных вод и состояния компонентов в потоках;
- изучение физико-химических основ методов извлечения полезных компонентов из растворов;
- ознакомление с технологиями переработки природных и техногенных вод для решения задач и ресурсосбережения при добыче и обогащении полезных ископаемых;
- ознакомление с технологиями кондиционирования переработки природных и техногенных вод для решения технологических и природоохранных задач.

## **2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| КНС-1 | Способен видеть и устанавливать актуальность проблемы; имеет оригинальное, независимое и критическое мышление; способен развивать теоретические идеи, выбирать на основе знаний научных достижений в области обогащения полезных ископаемых и смежных областях адекватную методологию и исследовательские техники                                     |
| КНС-2 | Способен разрабатывать технологии и аппараты физико-механической, физико-химической, химической, биохимической, химико-металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых; имеет навыки технолого-минералогической оценки исследуемых объектов                                                                                             |
| КНС-3 | Владеет навыками сбора, обработки и анализа информации с применением современной вычислительной техники и программного обеспечения, российских и зарубежных баз данных; способен моделировать физические и химические процессы переработки полезных ископаемых и техногенного сырья, знает методы оптимизации проектных решений обогатительных фабрик |
| КНС-5 | Знает физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод                                                                                                                                    |

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 21 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины                                                                                                                                                     | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |             | Самостоятельная работа студента | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                             |         | Лек.                                         | практ. зан. |                                 |                                                                                                               |
| 1. Введение                                                                                                                                                                 |         |                                              |             |                                 |                                                                                                               |
| 1.1 Основные направления использования природных и техногенных вод. Образование вод, факторы, влияющих на формирование качественно - количественных характеристик по-токов. | 4       | 2                                            | 2           | 6                               | Работа с литературой. Устный опрос                                                                            |
| Итого по разделу                                                                                                                                                            | 2       |                                              | 2           | 6                               |                                                                                                               |
| 2. Ресурсная оценка                                                                                                                                                         |         |                                              |             |                                 |                                                                                                               |
| 2.1 Гидроминеральные ресурсы. Управление водопотоками.                                                                                                                      | 4       | 2                                            | 4           |                                 | Работа с литературой. Устный опрос                                                                            |
| Итого по разделу                                                                                                                                                            | 2       |                                              | 4           |                                 |                                                                                                               |
| 3. Очистка и водоподготовка                                                                                                                                                 |         |                                              |             |                                 |                                                                                                               |
| 3.1 Методы очистки и кондиционирования вод, классификации, области применения. Принципы адаптации к селективному извлечению ценных компонентов.                             | 4       | 1                                            | 4           | 2                               | Работа с литературой. Устный опрос<br>Лабораторная работа №1 Оформление конспекта, Практическая проверка      |
| Итого по разделу                                                                                                                                                            | 1       |                                              | 4           | 2                               |                                                                                                               |
| 4. Извлечение ценных компонентов из растворов                                                                                                                               |         |                                              |             |                                 |                                                                                                               |
| 4.1 Направления развития и современные исследования процессов извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод.                                               | 4       | 2                                            | 2           | 2                               | Устный опрос                                                                                                  |
| Итого по разделу                                                                                                                                                            | 2       |                                              | 2           | 2                               |                                                                                                               |
| 5. Химические методы                                                                                                                                                        |         |                                              |             |                                 |                                                                                                               |
| 5.1 Очистки вод и извлечения компонентов. Нейтрализация. Окисление. Осаждение                                                                                               | 4       | 2                                            | 2           | 2                               | Работа с литературой. УО<br>Лабораторная работа №2 Оформление конспекта, Пр.пр.                               |
| Итого по разделу                                                                                                                                                            | 2       |                                              | 2           | 2                               |                                                                                                               |
| 6. Физико-химические методы                                                                                                                                                 |         |                                              |             |                                 |                                                                                                               |
| 6.1 Очистка вод и извлечения компонентов. Цементация. Гальванокоагуляция. Экстракция. Флотация.                                                                             | 4       | 2                                            | 4           | 4                               | Работа с литературой. Устный опрос<br>Лабораторные работы №3и №4. Оформление конспекта, Практическая проверка |
| Итого по разделу                                                                                                                                                            | 2       |                                              | 4           | 4                               |                                                                                                               |
| 7. Биологические методы                                                                                                                                                     |         |                                              |             |                                 |                                                                                                               |
| 7.1 Очистка вод и извлечения компонентов. Аэробные и анаэробные процессы.                                                                                                   | 4       | 4                                            | 4           |                                 | Работа с литературой. Устный опрос                                                                            |
| Итого по разделу                                                                                                                                                            | 4       |                                              | 4           |                                 |                                                                                                               |
| 8. Практика извлечения ценных компонентов из природных и техногенных вод                                                                                                    |         |                                              |             |                                 |                                                                                                               |
| 8.1 Технологическая классификация. Схемы переработки природных и техногенных вод. Технологические показатели. Комбинация методов.                                           | 4       | 2                                            | 8           | 3                               | Подготовка к устному опросу<br>Лабораторная работа №5<br>Оформление конспекта, Практическая проверка          |
| 8.2 Направления исследований в области переработки рудничных вод. Инновационные процессы. Тренды и перспектива развития.                                                    |         |                                              | 4           | 2                               | Сообщение по теме на занятии                                                                                  |
| Итого по разделу                                                                                                                                                            | 2       |                                              | 12          | 5                               |                                                                                                               |
| Итого за семестр                                                                                                                                                            | 17      |                                              | 34          | 21                              | зачёт                                                                                                         |
| Итого по дисциплине                                                                                                                                                         | 17      |                                              | 34          | 21                              | зачет                                                                                                         |

#### **4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 1.

#### **5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)** **а) Основная литература:**

Самыгин, В. Д. Обезвоживание и очистка сточных вод при обогащении минерального сырья (разделение твердой и жидкой фаз) : учебник / В. Д. Самыгин, В. А. Игнаткина, Р. В. Коржова. — Москва : МИСИС, 2013. — 247 с. — ISBN 978-5-87623-696-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116443> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Орехова, Н. Н. Образование и комплексная переработка природно-техногенных вод при эксплуатации медно-цинковоколчеданных месторождений : монография / Н. Н. Орехова, И. В. Шадрунова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 185 с. : ил., табл., схемы. - ISBN 978-5-9967-0746-1.

Мосейкин, В. В. Геологическая оценка месторождений : учебное пособие / В. В. Мосейкин, Д. С. Печурина. — Москва : МИСИС, 2016. — 322 с. — ISBN 978-5-906846-09-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93677> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Сотникова, Е. В. Теоретические основы процессов защиты среды обитания : учебное пособие / Е. В. Сотникова, В. П. Дмитренко, В. С. Сотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-1624-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/53691> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Горлова, О. Е. Обезвоживание продуктов обогащения и обратное водоснабжение обогатительных фабрик : учебное пособие / О. Е. Горлова, Н. Н. Орехова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3298.pdf&show=dcatalogues/1/1137687/3298.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Алексеев Е. В. Основы технологии очистки сточных вод флотацией. Уч. пос. — М.: АСВ, 2009 -125с.

2. Алексеев Е. В. Физико-химическая очистка сточных вод: Уч. пос. - М.: Издательств-во АСВ, 2007 – 112с.

3. Соложенкин П. М., Ковалева О. В., Шавакулева О. П. Электрохимические методы очистки сточных вод и утилизация осадков: Уч. пос. – Магнитогорск, МГТУ, 2010. –96с.

4. Орехова Н.Н. Рациональное использование водных ресурсов: Уч.пос.– Магнито-горск: МГТУ, 2004. – 105 с.5. Дерягин Б.В. и др. Микрофлотация: Водоочистка, обогащение. – М: Химия ,1986. – 112с.

6. Шадрунова И.В., Орехова Н.Н. Извлечение металлов из гидроминеральных ресурсов: теория и практика. Магнитогорск: Издательство “МиниТип”, 2009. – 168с.

7. Шадрунова И.В., Самойлова А.С., Глухова А.Ю. Гидроминеральные техногенные медьсодержащие георесурсы Урала. Магнитогорск: МиниТип, 2006. – 156с.

8. Домрачева В.А Извлечение металлов из сточных вод и техногенных образований: Монография. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. – 152 с.
  9. Аренс В. Ж. Физико-химическая геотехнология: Учебное пособие.- М.: Издательств-во Московского государственного горного университета, 2001. 656 с.
  10. Чантурия В.А., Соложенкин П.М. Гальванохимические методы очистки техноген-ных вод. Теория и практика. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 204 с.
  11. Кичигин В.И. Моделирование процессов очистки воды // М.: АСВ, 2003.-230с.
  12. Феофанов В.А., Дзюбинский Ф.А. Гальванокоагуляция: теория и практика бессточного водопользования Магнитогорск: МиниТип, 2006. – 368с.
  13. Колесников В.А., Ильин В.И., Капустин Ю.И., Вараксин С.О., Кисиленко П.Н., Кокарев Г.А. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий / ред. В.А. Колесников. - М.: Химия, 2007. – 303 с.
  14. Колесников В.А., Меньшутина Н.В. Анализ, проектирование технологий и оборудования для очистки сточных вод. - М.: ДеЛи принт, 2005. – 266 с.
  15. Ковалева В.В., О.В. Ковалева. Теоретические и практические аспекты электрохимической обработки воды. Кишинэу: Молдавский госуниверситет, 2003.-415с.
  16. Алкацев М.И. Процессы цементации в цветной металлургии. – М.: Издательство: Металлургия, 1981. – 116 с.
  17. Пугачев Е. А. Технология эффективного водопользования в промышленности/Е. А. Пугачев. – 2009.-211с.
  18. Белоусов А.М., Бергер Г.С. Обратное водоснабжение на обогатительных фабриках цветной металлургии. М.: «Недра», 1977. – 232с.
  19. Покопова Ю.В. Эффективные адсорбенты для очистки и выделения тяжёлых металлов из водных растворов //Л.:ЛДНТП,1991. – 120с.
  20. Смирнов Д. Н, Генкин В. Е. Очистка сточных вод в процессе обработки металлов. М.: «Металлургия», 1989. – 196 с.
  21. Милованов Л.В. Очистка сточных вод предприятий цветной металлургии. М.: «Металлургия», 1971. – 383с
- Очистка сточных вод Олимпиадинского ГОКа с применением керамических фильтрующих элементов / В. В. Бондарь [и др.]. - Текст : непосредственный // Цветные металлы. - 2010. - №5. - С. 20 - 22.

#### **в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

<https://e.lanbook.com/book/116443> Самыгин, В. Д. Обезвоживание и очистка сточных вод при обогащении минерального сырья (разделение твердой и жидкой фаз) : учебник / В. Д. Самыгин, В. А. Игнаткина, Р. В. Коржова. — Москва : МИСИС, 2013. — 247 с. — ISBN 978-5-87623-696-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

#### **Программное обеспечение**

| Наименование ПО             | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| 7Zip                        | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

#### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса                                                                                     | Ссылка                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a> |

|                                                                                                  |                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>        |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                              | <a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>         |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги                                                  | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |

## Приложение

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

КНС-1 Способен видеть и устанавливать актуальность проблемы; имеет оригинальное, независимое и критическое мышление; способен развивать теоретические идеи, выбирать на основе знаний научных достижений в области обогащения полезных ископаемых и смежных областях адекватную методологию и исследовательские техники

#### Вопросы

1. Какие воды можно считать гидроминеральными ресурсами горных предприятий?
2. Оцените необходимость и перспективы вовлечения техногенных вод в ресурсосберегающую переработку

#### Задание

Подготовить сообщение на тему «Основные направления решения проблемы переработки природных и техногенных вод»  
«Основные направления повышения степени очистки вод»

#### Задание

Адаптировать методику очистки сточных вод известкованием к селективному извлечению металлов.

**Задача** Рассчитать параметры фильтра в зависимости от типа конструкции. Данные для расчета Вариант № 1 — Тип фильтра – зернистый. — Максимальный часовой расход  $q_w = 3460 \text{ м}^3/\text{ч}$ . — Скорость фильтрования при нормальном режиме  $v_f = 6 \text{ м/ч}$ . — Интенсивность начального взрыхления верхнего слоя  $w_1 = 16 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$  и продолжительностью  $t_1 = 6 \text{ мин}$ . — Интенсивность подачи воды  $w_2 = 3 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$  и продолжительностью  $t_2 = 10 \text{ мин}$ . — Интенсивность промывки  $w_3 = 7 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$  и продолжительностью  $t_3 = 6 \text{ мин}$ . — Число фильтров на промывке  $N_p = 1$ . — Время работы станции – 24 ч. — Время фильтроцикла  $T_f = 12 \text{ ч}$ . — Коэффициент, учитывающий расход воды на промывку  $m = 0,003$ . — Продолжительность простоя фильтра в связи с промывкой  $t_4 = 20 \text{ мин}$ .

КНС-2 Способен разрабатывать технологии и аппараты физико-механической, физико-химической, химической, биохимической, химико-металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых; имеет навыки технолого-минералогической оценки исследуемых объектов



Тесты

Примеры

**1. В качестве реагентов в процессе нейтрализации используют:** а) растворы кислот; б) мел; в) аммиак.

**2. В качестве нейтрализующих материалов в процессе фильтрования (один из способов нейтрализации) используют:** а) известняк; б) растворы кислот; в) мел; г) аммиак.

**3. В качестве окислителей в процессе обезвреживания сточных вод используют:** а) аммиак; б) мел и известняк; в) хлорную известь.

**4. Химическая реакция между веществами, имеющими свойства кислоты и основания, которая приводит к потере характерных свойств обоих соединений, называется:** а) нейтрализация; б) коагуляция; в) флокуляция; г) сорбция.

КНС-3 Владеет навыками сбора, обработки и анализа информации с применением современной вычислительной техники и программного обеспечения, российских и зарубежных баз данных; способен моделировать физические и химические процессы переработки полезных ископаемых и техногенного сырья, знает методы оптимизации проектных решений обогатительных фабрик

**Задача** составить схему очистки сточных вод ориентируясь на содержание загрязняющих веществ. (бланк задания у преподавателя).

**Задача** В соответствии со своим вариантом рассчитать массовую концентрацию загрязнений в сточных водах раздельной и общесплавной систем канализации. Сравнить концентрации в общем стоке по: взвешенным веществам; БПКполн ; нефтепродуктам; металлам.

Вопросы

1.Какие программные комплексы гидрохимических расчетов Вы знаете.

2.Область применения программы «Селектор»

КНС-5 Знает физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод

**Задание**

Разработать методику моделирования шахтных вод на основе водной вытяжки из руды

**Задание**

Задать граничные условия физико-химического моделирования метаморфизации подземных вод при вскрытии водоносного горизонта и инфильтрации через рудную толщу.

**Вопросы**

Какая отчетная документация заполняется при проведении лабораторных исследований, полупромышленных исследований?

**Задание**

Составьте отчет по практической работе «Ресурсная оценка», сделать доклад с элементами экономического обоснования