

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Обогащения полезных ископаемых и охраны окружающей
среды им. С.Б. Леонова (131)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 19 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Подземная разработка рудных месторождений

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Федотов Павел
Константинович
Дата подписания: 26.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Федотов
Константин Вадимович
Дата подписания: 27.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лысков
Владимир Мефодьевич
Дата подписания: 02.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Обогащение полезных ископаемых» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

| Код, наименование компетенции | Код индикатора компетенции |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| ПКС-5 Способность обосновать решения по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала рудных месторождений по-лезных ископаемых | ПКС-5.1 |
| ПКС-7 Способность проектировать природоохранную деятельность по снижению экологической нагрузки на окружающую среду и повышение экологической безопасности горного производства при подземной разработке рудных месторождений | ПКС-7.1 |

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

| Код индикатора | Содержание индикатора | Результат обучения |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКС-5.1 | Способен обосновывать решения по обогащению полезных ископаемых, снижение его потерь и разубоживания в соответствии с требованиями по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала рудных месторождений полезных ископаемых | Знать основные характеристики минерального сырья с целью подбора метода обогащения Уметь производит расчет эффективности обогащения минерального сырья Владеть основными понятиями характеризующими состав материала и его обогатимость |
| ПКС-7.1 | Способен разрабатывать мероприятия по снижению нагрузки на окружающую среду и повышению экологической безопасности горного производства при обогащении полезных ископаемых | Знать основные источники воздействия на окружающую среду на обогатительных фабриках Уметь обосновать мероприятия по снижению нагрузки на окружающую среду от обогатительных процессов Владеть знаниями по показателям качества окружающей среды |

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Общая геология», «Технологии горных работ», «Физика горных пород»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Механизация горного производства»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

| Вид учебной работы | Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) | |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| | Всего | Семестр № 4 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 |
| Аудиторные занятия, в том числе: | 64 | 64 |
| лекции | 32 | 32 |
| лабораторные работы | 32 | 32 |
| практические/семинарские занятия | 0 | 0 |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование) | 44 | 44 |
| Трудоемкость промежуточной аттестации | 0 | 0 |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине) | Зачет | Зачет |

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

| № п/п | Наименование раздела и темы дисциплины | Виды контактной работы | | | | | | СРС | | Форма текущего контроля |
|-------|-----------------------------------------|------------------------|-----------|------------|-----------|---------|-----------|-----|-----------|-------------------------|
| | | Лекции | | ЛР | | ПЗ(СЕМ) | | № | Кол. Час. | |
| | | № | Кол. Час. | № | Кол. Час. | № | Кол. Час. | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ | 1 | 8 | 1 | 2 | | | 1 | 10 | Устный опрос |
| 2 | ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ | 2 | 8 | 2, 3, 4, 5 | 12 | | | 1 | 12 | Устный опрос |
| 3 | ОСНОВНЫЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ | 3 | 8 | 6, 7, 8, 9 | 16 | | | 1 | 14 | Устный опрос |
| 4 | ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ | 4 | 8 | 10 | 2 | | | 1 | 8 | Устный опрос |
| | Промежуточная аттестация | | | | | | | | | Зачет |
| | Всего | | 32 | | 32 | | | | 44 | |

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

| № | Тема | Краткое содержание |
|---|----------|--------------------------------------|
| 1 | ПОЛЕЗНЫЕ | 1.Классификация полезных ископаемых; |

| | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | ИСКОПАЕМЫЕ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ | 2. Вещественный состав полезных ископаемых; 3. Текстурно-структурные характеристики; 4. Физические свойства. |
| 2 | ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ | 1. Грохочение; 2. Классификация; 3. Дробление; 4. Измельчение. |
| 3 | ОСНОВНЫЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ | 1. Гравитационное обогащение; 2. Магнитное обогащение; 3. Электрическое обогащение; 4. Флотационное обогащение; 5. Радиометрическое обогащение; 6. Химическое обогащение; 7. Обогащение по физико-механическим свойствам минералов. |
| 4 | ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ | 1. Обезвоживание продуктов обогащения; 2. Окускование полезных ископаемых. |

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 4

| № | Наименование лабораторной работы | Кол-во академических часов |
|----|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Определение гранулометрического состава руды | 2 |
| 2 | Изучение работы щековой дробилки | 2 |
| 3 | Изучение работы валковой и конусной дробилок | 4 |
| 4 | Изучение факторов, влияющих на эффективность грохочения | 4 |
| 5 | Изучение факторов, влияющих на крупность помола в мельнице | 2 |
| 6 | Изучение работы диафрагмовой отсадочной машины | 4 |
| 7 | Изучение работы концентрационного стола | 4 |
| 8 | Магнитное обогащение | 4 |
| 9 | Флотационное обогащение полиметаллической руды | 4 |
| 10 | Обезвоживание материала | 2 |

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

| № | Вид СРС | Кол-во академических часов |
|---|---------------------|----------------------------|
| 1 | Подготовка к зачёту | 44 |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: семинар в диалоговом режиме, групповая дискуссия, проектный подход.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Баденникова Г.А. Обогащение полезных ископаемых. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ. Изд-во ИРНИТУ. –2018 г.– 20 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

В рамках самостоятельной работы студента предусматриваются следующие методические указания:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, конспектирование текста из учебника, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с

нормативными документами, учебно-исследовательская работа, проработка научно-исследовательских статей в области обогащения полезных ископаемых (Издательство

«Руда и металлы», журналы: «Обогащение руд», Цветные металлы», «Горный журнал»).

- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, , аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), завершение аудиторных лабораторных работ и оформление отчётов по ним, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно-экспериментальная работа.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Описание процедуры: устный опрос проводится в начале занятия выборочно среди обучающихся.

Пример. Тема: Полезные ископаемые и их характеристики

Вопросы для контроля:

-Физико-механические характеристики минерального сырья;

-Классификация полезных ископаемых. Тема: Подготовительные процессы.

Описание процедуры: устный опрос проводится в начале занятия выборочно среди обучающихся.

Вопросы для контроля:

- Какие операции относятся к подготовительным процессам;
- Понятия дробления, измельчения и дезинтеграции руд.

Критерии оценивания.

- «5» – ответил на все вопросы правильно;
- «4» - ответил на все вопросы с 1-2 ошибками;
- «3» – часто ошибался, ответил правильно только на половину вопросов;
- «2» – почти ничего не смог выполнить правильно;
- «1» – вообще не ответил на вопросы.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

| Индикатор достижения компетенции | Критерии оценивания | Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| ПКС-5.1 | Демонстрирует знания в области основных характеристик минерального сырья и способен применять принципы технологии обогащения полезных ископаемых | Устный опрос |
| ПКС-7.1 | Демонстрирует знания в области основных видов воздействия горно-обогатительного производства на окружающую среду | Устный опрос |

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачеты проводятся перед экзаменационной сессией, предусмотренной учебным планом. Не допускается проведение зачета на последних семинарских, либо лекционных занятиях. Зачет должен начинаться в указанное время и проводиться в отведенной для этого аудитории. Преподаватель принимает зачет только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки. Критерии оценки ответа студента на зачете, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до начала зачета.

Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем

выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента. Положительные оценки заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в экзаменационной ведомости. В случае неявки студента для сдачи зачета в ведомости вместо оценки делается запись «не явился». В ведомости должны быть заполнены все графы. В случае исправления экзаменатором оценки в зачетной книжке им делается запись «исправленному на (оценка) верить» и ставится подпись.

Если в процессе зачета студент использовал недопустимые дополнительные материалы (шпаргалки), то экзаменатор имеет право изъять шпаргалку и обязан поставить оценку «не зачтено».

Пример задания:

1. Что такое полезные ископаемые?
2. Какие виды оборудования для добычи полезных ископаемых Вы знаете?
3. Что такое обогатительная фабрика?
4. Что такое перегружатель, дробилка, угольный комбайн?
5. Охарактеризуйте процессы дробления и измельчения, в чем состоят их отличия.
6. Как классифицируются рудные материалы по твердости и, какие существуют гипотезы дробления?
7. Перечислите основные способы дробления, типы дробилок, их преимущества и недостатки.
8. Какие схемы дробления и измельчения применяются в черной металлургии?
9. Перечислите основные типы мельниц и дайте их характеристику.
10. Назовите схемы рудного самоизмельчения, сравните их технико-экономические показатели.
11. Металлы, их свойства и классификация.
12. Характеристика процессов дробления и измельчения.
13. Схемы флотации.
14. Промывка. Основные типы и конструкции промывочных машин, используемых в промышленности.
15. Магнитное обогащение. Основные понятия о величинах, определяющих поведение тел в магнитном поле. Магнитные свойства минералов.
16. Методы обогащения полезных ископаемых.
17. Измельчение. Принцип работы и типы мельниц. З
18. Грохочение. Основные показатели обогащения. Факторы, определяющие эффективность грохочения.
19. Флотационное обогащение. Основные закономерности термодинамики и кинетики флотации.
20. Гравитационное обогащение. Разделение частиц в вертикальном потоке жидкости. Разделение частиц в потоках малой толщины.
21. Основные типы электростатических сепараторов. Принцип действия и схемы реализации процессов в промышленности.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

| Зачтено | Не зачтено |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Оценка «зачтено» ставится студенту, который четко отвечает на контрольные вопросы с установленными требованиями | Оценки «не зачтено» ставятся студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>к расчёту, выбору технологических показателей оборудования, знает материал, грамотно и по существу излагает его. Знание основных характеристик горных пород и методов разделения минерального сырья . основ технологических процессов, и источников воздействия на окружающую среду</p> | <p>программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

7 Основная учебная литература

1. Андреева Г. С. Переработка и обогащение полезных ископаемых россыпных месторождений : учеб. по специальности "Открытые горн. работы" и "Обогащение полез. ископаемых" / Г. С. Андреева, С. Я. Горюшкина, В. П. Небера, 1992. - 409.

2. Абрамов А. А. Обогащение руд цветных металлов : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / А. А. Абрамов, С. Б. Леонов, 1991. - 407.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-27324.pdf>

3. Кравец Б. Н. Специальные и комбинированные методы обогащения : учебник по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / Б. Н. Кравец, 1986. - 304.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-21792.pdf>

4. Абрамов А. А. Флотационные методы обогащения : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / А. А. Абрамов, 2008. - 707.

5. Серго Ефим Ефимович. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / Е. Е. Серго, 1985. - 285.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-21640.pdf>

6. Разумов К. А. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" / К. А. Разумов, В. А. Перов, 1982. - 518.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-41245.pdf>

7. Федотов К. В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для вузов по направлению подготовки 130400 "Горное дело", специализация "Обогащение полезных ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская, 2012. - 533.

8. Федотов К. В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для вузов по направлению подготовки 130400 "Горное дело", специализация "Обогащение полезных ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская, 2014. - 533.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полез. ископаемых". Т. 1. Обогащительные процессы и аппараты / А. А. Абрамов, 2001. - 469.
2. Серго Е. Е. Опробование и контроль технологических процессов на обогащительных фабриках : учеб. пособие / Е. Е. Серго, 1974. - 207.
3. Серго Е. Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых : учебник для горных вузов и факультетов / Е. Е. Серго, 1975. - 240.
4. Андреев Е. Е. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению : учеб. для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подгот. "Горн. дело" / Е. Е. Андреев, О. Н. Тихонов; науч. ред. В. В. Захваткин, 2007. - 439.
5. Дробление, измельчение, грохочение и подготовка руд к обогащению [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 090300 "Обогащение полезных ископаемых" / Иркутский гос. технический ун-т, 2002. - 31.
[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-6912.pdf>
6. Дробление, измельчение и подготовка руд к обогащению : методические указания по выполнению лабораторных работ / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2016. - 45.
[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-2696.pdf>
7. Разумов К. А. Флотационный метод обогащения : конспект лекций / К. А. Разумов, 1975. - 272.
8. Тихонов О. Н. Теория разделения минералов : учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подготовки "Горное дело" / О. Н. Тихонов, 2008. - 513.
9. Келль Мария Николаевна. Обогащение полезных ископаемых : сб. задач / Мария Николаевна Келль; С.-Петербур. гос. горн. ин-т им. Г. В. Плеханова (техн. ун-т), 1996. - 62.
10. Келль Мария Николаевна. Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых : задачник / Мария Николаевна Келль, 1995. - 54.
11. Келль М. Н. Обогащение полезных ископаемых : практикум / М. Н. Келль, В. В. Рыбаков, 1990. - 102.
12. Келль Мария Николаевна. Гравитационные методы обогащения : задачник / Мария Николаевна Келль, 1992. - 83.
13. Келль М. Н. Радиометрическое обогащение : конспект лекций / М. Н. Келль, 1982. - 36.
14. Рубинштейн Юлий Борисович. Математические методы в обогащении полезных ископаемых / Юлий Борисович Рубинштейн, Лев Абрамович Волков, 1987. - 295.
15. Пенная сепарация и колонная флотация / Ю. Б. Рубинштейн, В. И. Мелик-Гайказян, Н. В. Матвеев, С. Б. Леонов, 1989. - 303.
[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-29071.pdf>

16. Обогащение полезных ископаемых Математическое моделирование и управление процессом флотации / Ю. Б. Рубинштейн, 1982. - 80.

17. Певзнер М. Е. Экология горного производства / М. Е. Певзнер, В. П. Костовецкий, 1990. - 235.

18. Бочаров. Технология обогащения полезных ископаемых : в 2 т.: учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подготовки дипломированных специалистов "Горное дело". Т. 1 : Минерально-сырьевая база полезных ископаемых. Обогащение руд цветных металлов, руд и россыпей редких металлов, 2007. - 470.

19. Бочаров. Технология обогащения полезных ископаемых : в 2 т.: учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подготовки дипломированных специалистов "Горное дело". Т. 2 : Обогащение золотосодержащих руд и россыпей, обогащение руд черных металлов, обогащение горно-химического сырья, 2007. - 405.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. весы лабораторные ВК-3000
2. весы электронные МК-15--2-A20
3. Дробилка Д18/14 (EFS-180)
4. Флотомашина лабораторная с кипящим слоем V=1л
5. Технологическое оборудование
6. Печь муфельная SNOL 8.2/1100 A414-124-600*0018
7. Концентратор центробежный Knelson KC MD 7.5
8. 13222 Флотомашина 237 ФЛА

9. 1408 Мельница шаровая ШМ
10. 314160 Флотационная машина 135-ФЛ
11. 14275 Электромагнитный сепаратор 120Т
12. 13178 Флотомашинa 237 ФЛ-А
13. 13179 Флотомашинa 237 ФЛ-А
14. 310396 Электрический сепаратор ЭС-2
15. 16368 Дробилка щековая
16. 311249 Дисковая установка
17. 1394 Дробилка валковая
18. Комплект сит ОС-200 БФ
19. Вибропривод тип ВП d30 (таймер)
20. Рассев лабораторный "РЛ-1"
21. Сушильный шкаф "ШС-80-01"
22. Весы "ТВ-М-600.2-А1"