

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»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 07 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЕЙ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Обогащение полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Власова Вера
Викторовна
Дата подписания: 17.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Федотов Константин
Вадимович
Дата подписания: 17.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

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

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-3 Способность выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых и составлять необходимую документацию	ПКС-3.9

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-3.9	Способен выбирать технологию производства работ по обогащению нерудных полезных ископаемых (в том числе углей), рассчитывать основное и вспомогательное оборудование, составлять необходимую документацию	Знать - структуру и взаимосвязи комплексов по добыче, переработке и обогащению угля и их функциональное назначение; - процессы и технологии переработки и обогащения угля; - основы, разработки схем обогащения угля; - принцип действия, устройство и технические характеристики обогатительных машин и аппаратов для переработки угля; - методы выбора и расчета качества угля; - методы выбора и расчета производства работ по обогащению нерудных полезных ископаемых (в том числе углей); - необходимый пакет технической документации Уметь - рассчитывать основные параметры технологии обогащения углей; - анализировать устойчивость технологического процесса и качество выпускаемой продукции; - выбирать и рассчитывать оптимальный комплекс оборудования для реализации соответствующей технологической схемы обогащения углей и обосновывать оптимальные режимы ведения технологического процесса Владеть - методами обоснования и расчета основных параметров схем

		обогащения угля; - основными нормативными документами, необходимыми при переработке угля
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Обогащение углей» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Гравитационные методы обогащения», «Основы технологии переработки руд», «Подготовка руд и песков к обогащению», «Технологическая минералогия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектирование обогатительных фабрик», «Технологии обогащения полезных ископаемых», «Производственная практика: производственно-технологическая практика», «Производственная практика : преддипломная практика», «Производственная практика: технологическая практика»

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 № 8
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
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 № 8

№ 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	Общие сведения об углях	1	2	1, 2	4	1	2	1, 2, 3	12	Устный опрос
2	Обогатимость каменных углей	2	2	3, 4	4	3, 4, 5	6	1, 2, 3	16	Устный опрос
3	Методы и	3	2	5. 6.	8	2. 6.	8	1. 2.	20	Устный

	процессы обогащения углей			7, 8		7, 8		3		опрос
4	Обогащение коксующихся углей	4	2					2	2	Устный опрос
5	Обогащение энергетических углей	5	2					2	2	Устный опрос
6	Обогащение бурых углей и сланцев	6	2					2	2	Устный опрос
7	Комплексное использование минеральной и органической составляющей углей	7	2					2	4	Устный опрос
8	Охрана окружающей среды	8	2					2	2	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		16		16		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие сведения об углях	Происхождение и свойства природных углей. Показатели качества углей. Физические и физико-химические свойства углей. Технологическая классификация каменных углей. Выбор машинных классов и шкалы грохочения
2	Обогатимость каменных углей	Фракционный анализ углей. Теоретический баланс продуктов обогащения. Категория обогатимости. Метод цифрового кодирования. Оценка эффективности технологических процессов обогащения угля. Методы и процессы обогащения углей
3	Методы и процессы обогащения углей	Обогащение углей в тяжелых средах. Оборудование для обогащения в тяжелых средах. Технологическая эффективность обогащения углей в тяжелых суспензиях. Отсадка. Обогащение угля на концентрационных столах и в моечных желобах. Конструкции концентрационных столов. Обогащение углей в шнековых сепараторах. Обогащение углей в воздушной среде. Флотация углей. Технологические факторы, влияющие на процесс флотации угля. Варианты построения шламовых схем. Основные процессы специальных методов обогащения угля.
4	Обогащение коксующихся углей	Особенности производства кокса. Подготовка коксующихся углей перед обогащением.

		Технология обогащения коксующихся углей. Обессеривание углей для коксования
5	Обогащение энергетических углей	Технология обогащения энергетических углей. Рассортировка энергетических углей и улучшение их сортности.
6	Обогащение бурых углей и сланцев	Обогащение слабоструктурных бурых углей. Обогащение горючих сланцев.
7	Комплексное использование минеральной и органической составляющей углей	Минеральные примеси в углях. Использование зольных остатков и отходов углеобогащения для производства строительных материалов. Извлечение германия из продуктов обогащения углей. Возможность использования содержащихся в углях окислов алюминия и железа
8	Охрана окружающей среды	Источники загрязнения водного и воздушного бассейнов отходами углеобогажительных фабрик. Очистка сточных вод углеобогажительных фабрик. Охрана воздушного бассейна от загрязнения. Рекультивация земель, занятых отходами углеобогащения

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 8

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение физических свойств углей	2
2	Классификация углей по крупности	2
3	Фракционный анализ угля в тяжелых жидкостях в статических условиях	2
4	Фракционный анализ мелких классов угля и шламов в тяжелых жидкостях в центрифуге	2
5	Изучение технологических параметров работы отсадочной машины	2
6	Изучение параметров тяжелосредного обогащения	2
7	Изучение влияния условий флотации на технологические показатели обогащения угля	2
8	Изучение кинетики флотации угольных шламов и построение кривых флотиремости	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Построение кривых ситового анализа углей	2
2	Расчет оборудования для грохочения	2
3	Построение кривых обогатимости	2
4	Составление теоретического баланса продуктов обогащения угля	2

5	Определение эффективности гравитационного обогащения	2
6	Расчет отсадочных машин для обогащения угля	2
7	Расчет оборудования для флотации углей	2
8	Расчет оборудования для обезвоживания	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	18
2	Подготовка к зачёту	24
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	18

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, лабораторных и практических работ используются следующие интерактивные методы обучения: блиц-опрос по теме прошлого занятия, коллективное обсуждение.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Обогащение углей : метод. указания по выполнению практических работ / сост. В.В. Власова. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018. [электронный ресурс]
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=4420>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Обогащение углей и сланцев. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Составила: Г.А.Баденикова.– Иркутск: ИрГТУ, 2008. -35с.
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=4420>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к зачету

При подготовке к сдаче зачета студенту необходимо изучить лекционные материалы, материалы, рассмотренные на практических занятиях, а также самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой по теме дисциплины. При подготовке к зачету студент должен устно ответить на контрольные вопросы, определяемые преподавателем.

Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам

Лабораторный практикум по дисциплине «Обогащение углей» составлен с учетом объема времени, отводимого по учебному плану на лабораторные занятия по данной дисциплине и включает 8 работ по отдельным темам курса.

Цель практикума научить студентов навыкам самостоятельной работы и закрепить теоретические положения курса.

По окончании работы каждый студент представляет индивидуальный отчет, в котором приводит:

- порядок выполнения работы;
- схемы применяемых для работы аппаратов;
- таблицы с результатами опытов;
- требуемый расчетный и графический материал;
- краткие выводы по работе.

После проверки отчета преподавателем, производится защита его студентом. При защите необходимо знать:

- цель работы;
- устройство и принцип действия применяемых аппаратов;
- методику проведения работы;
- формулы, используемые при расчете;
- ответить на контрольные вопросы по каждой работе.

При успешной защите отчета работа считается выполненной, и студент допускается к выполнению следующей работы.

Контрольные вопросы необходимо взять из методического указания по выполнению лабораторных работ по курсу: Обогащение углей и сланцев. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Составила: Г.А.Баденикова.– Иркутск: ИрГТУ, 2008. - 35с

Практические занятия по дисциплине, в соответствии с объемом времени отводимого по учебному плану, включают 8 работ по отдельным темам курса. Все работы, рассчитаны на 2 часа учебного времени.

Цель практикума научить студентов навыкам самостоятельной работы и закрепить теоретические положения курса.

По окончании практического занятия каждый студент получает индивидуальное задание для самостоятельного решения. Решенные задачи оформляются в виде отчета, в котором приводит:

- тема задания;
- основные расчетные формулы, таблицы с результатами расчетов;
- ответы на контрольные вопросы;
- краткие выводы по работе.

Контрольные вопросы необходимо взять из методического указания по выполнению практических работ по курсу: Обогащение углей : метод. указания по выполнению практических работ / сост. В.В. Власова. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2018. [электронный ресурс]

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 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

В завершении каждого аудиторного занятия обучающимся предоставляется вопрос для коллективного обсуждения по пройденной теме и вопросы для самостоятельной подготовки и повторения пройденного материала.

Контроль знаний по пройденной теме осуществляется на следующем аудиторном занятии в виде индивидуального устного опроса.

Разделы:

1. Общие сведения об углях
2. Обогащаемость каменных углей
3. Методы и процессы обогащения углей
4. Обогащение коксующихся углей
5. Обогащение энергетических углей
6. Обогащение бурых углей
7. Комплексное использование минеральной и органической составляющей углей.
8. Охрана окружающей среды.

Примеры вопросов для устного опроса:

Раздел 1. Общие сведения об углях

1. Расскажите об особенностях формирования угля.
2. Приведите основные свойства природных углей.
3. Назовите показатели качества углей.
4. Назовите физические и физико-химические свойства углей.
5. Приведите технологическая классификация каменных углей.

Раздел 2. Обогащаемость каменных углей

1. Методика выполнения фракционного анализа углей.
2. Назовите показатели для составления баланса продуктов обогащения
3. Приведите методы оценки обогащаемости углей.
4. Какие процессы применяют при обогащении крупных углей.
5. Какие процессы применяют при обогащении мелких углей.

Раздел 3. Методы и процессы обогащения углей

1. Назовите оборудование, применяемое для обогащения углей в тяжелых средах.
2. Приведите принцип действия отсадочных машин.
3. Принцип переработки угля на концентрационных столах и в моечных желобах.
4. Приведите конструкцию концентрационного стола.
5. Приведите принцип флотационного обогащения углей.

Раздел 4. Обогащение коксующихся углей

1. Назовите особенности производства кокса.
2. Назовите методы подготовки коксующихся углей перед обогащением.
3. Приведите примеры дробилок, используемых при дроблении коксующихся углей
4. Назовите принцип формирования схемы обогащения коксующихся углей.
5. Приведите методы обессеривания углей для коксования.

Раздел 5. Обогащение энергетических углей

1. Состав и свойства энергетических углей
2. Основные технологические характеристики энергетических углей.
3. Назовите основные методы обогащения энергетических углей.
4. Назовите оборудование для обезвоживания углей.
5. Особенности сушки углей.

Раздел 6. Обогащение бурых углей и сланцев

1. Состав и свойства бурых углей.
2. Состав и свойства угольных сланцев.
3. Обогащение слабоструктурных бурых углей.
4. Обогащение горючих сланцев.
5. Обезвоживание бурых углей и сланцев.

Раздел 7. Комплексное использование минеральной и органической составляющей углей

1. Назовите основные минеральные примеси в углях.
2. Приведите пример использования зольных остатков и отходов углеобогащения для производства строительных материалов.
3. Приведите схему извлечения германия из продуктов обогащения углей.
4. Приведите пример использования содержащихся в углях окислов алюминия и железа.
5. Приведите пример извлечения недожога и золовых остатков.

Раздел 8. Охрана окружающей среды

1. Источники загрязнения водного бассейна отходами углеобогажительных фабрик
2. Источники загрязнения воздушного бассейна отходами углеобогажительных фабрик.
3. Приведите методы очистки сточных вод углеобогажительных фабрик.
4. Приведите примеры очистки воздушного бассейна от загрязнения.
5. Назовите приемы рекультивации земель, занятых отходами углеобогащения

Критерии оценивания.

При проведении оценивания знаний обучающихся учитывается:

- правильность ответа;
- умение излагать свою точку зрения;
- корректное приведение примеров;
- грамотное использование терминологии.

Ответ оценивается на: «отлично» - при наличии у обучающегося глубоких, исчерпывающих знаний, грамотном и логически стройном построении ответа;
 «хорошо» - при наличии твердых и достаточно полных знаний, логически стройном построении ответа при незначительных ошибках;
 «удовлетворительно» - при наличии твердых знаний, изложении ответа с ошибками, уверенно исправленными после вспомогательных вопросов преподавателя;
 «неудовлетворительно» - при наличии грубых ошибок в ответе, непонимании сущности излагаемого вопроса, неуверенности и неточности ответов после вспомогательных вопросов преподавателя.

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-3.9	Демонстрирует способность самостоятельно выбирать технологию обогащения угля, рассчитывать основные технологические показатели качества угля. Владеет навыками составления технической документации в области обогащения	Устные ответы на вопросы зачета

	угля	
--	------	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом. Не допускается проведение зачета на последних семинарских, либо лекционных занятиях.

Зачет должен начинаться в указанное в расписании 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 обучающемуся непосредственно после его сдачи, затем выставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку. 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 экзаменационной ведомости и зачетной книжке им делается запись «исправленному на (оценка) верить» и ставится подпись.

Пример задания:

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Процесс и источники образования каменных углей.
2. Состав горючей и негорючей массы угля.
3. Классификация каменных углей и антрацитов.
4. Потребительский стандарт и производственная норма качества угля.
5. Назначение и методика проведения ситового анализа углей.
6. Назначение и методика проведения фракционного анализа углей.
7. Методы определения обогатимости углей.
8. Процессы грохочения, назначение, аппараты, эффективность.
9. Процессы отделения шламов, назначение, аппараты.
10. Принцип разделения в тяжелых средах.
11. Виды утяжелителей, основные требования к ним.
12. Свойства тяжелых суспензий.
13. Регенерация суспензий, назначение, способы, схемы.
14. Аппараты для обогащения в тяжелых средах, устройство, принцип действия, область применения.
15. Технологические схемы обогащения угля в тяжелых суспензиях.
16. Обогащение угля отсадкой, разделяющие силы, факторы, аппараты.
17. Обогащение угля на наклонных плоскостях. Разделяющие силы, факторы, оборудование.
18. Технологические схемы гравитационного обогащения угля.
19. Флотационное обогащение угля. Область применения, технологические свойства

угля.

20. Флотационные реагенты, способ подготовки и дозирования.
21. Флотационные машины для обогащения угля.
22. Технологические схемы флотационного обогащения угля.
23. Процессы обезвоживания угольных концентратов, требования к содержанию влаги.
24. Основное обезвоживающее оборудование, устройство. Принцип работы, эксплуатация.
25. Схемы обезвоживания, обесшламливания и осветления моечных вод при переработке углей.
26. Коксующиеся угли, характеристика, свойства, методы обогащения.
27. Технологические схемы обогащения коксующихся углей.
28. Бурые угли и горючие сланцы. Свойства, характеристика, область применения.
29. Технологические схемы переработки бурых углей и горючих сланцев.
30. Энергетические угли, характеристика, свойства, область применения.
31. Технологические схемы обогащения энергетических углей.
32. Методики расчета качественно-количественных и водно-шламовых схем при обогащении коксующихся и энергетических углей.
33. Характеристика примесей рядового угля и продуктов обогащения.
34. Комплексное использование минеральной и органической составляющей каменных углей.
35. Виды загрязнений углеобогадательного производства.
36. Способы очистки воды и воздуха на углеобогадательных фабриках.
37. Требования норм промышленной санитарии и экологии.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Твердо знает материал, касающийся процессов обогащения углей. Технически грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не владеет терминологией в области обогащения углей.

7 Основная учебная литература

1. Баденикова Г. А. Обогащение углей и сланцев : конспекты лекций / Г. А. Баденикова, 2007. - 61.
2. Бедрань Н. Г. Обогащение углей : учеб. по специальности "Обогащение полез. ископаемых" / Н. Г. Бедрань, 1988. - 205.
3. Авдохин. Обогащение углей Процессы и машины, 2012. - 420.
4. Авдохин. Обогащение углей Технологии, 2012. - 473.
5. Власова В. В. Обогащение углей : электронный курс / В. В. Власова, 2022

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Обогащение углей и сланцев : методические указания по выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 35.
2. Артюшин Степан Петрович. Обогащение углей : учеб. для горн. техникумов / Степан Петрович Артюшин, 1975. - 381.

3. Обогащение углей и сланцев [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для специальности 0909 "Обогащение полезных ископаемых" / Иркут. гос. техн. ун-т, Каф. обогащения полез. ископаемых и инженер. экологии, 2002. - 35.
4. Бедрань Н. Г. Обогащение углей : [учебное пособие для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых"] / Н. Г. Бедрань, 1978. - 224.
5. Антипенко Л. А. Обогащение углей: проектирование, опробование и контроль / Л. А. Антипенко, С. А. Силютин, 2019. - 517. ; [6] л. схем.
6. Каминский В. С. Центробежное обогащение углей и сланцев / В. С. Каминский, 1967. - 275.

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 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер P4500/1024*2/160/GF256Mb/DVD-RW/Samsung LCD 19/кл/мышь/сет. фильтр
2. доска аудит.зел
3. Проектор EPSON MultiMedia (с кабелем и креплением)
4. весы лабораторные ВК-3000
5. Печь муфельная SNOL 8.2/1100 A414-124-600*0018
6. Концентратор центробежный Knelson KC MD 7.5
7. 1408 Мельница шаровая ШМ
8. Комплект сит ОС-200 БФ
9. Рассев лабораторный "РЛ-1"

10. Технологическое оборудование
11. 13222 Флотомашина 237 ФЛА
12. 314160 Флотационная машина 135-ФЛ
13. Сушильный шкаф "ШС-80-01"