

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

Структурное подразделение «Разработки месторождений полезных ископаемых»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №12 от 11 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Открытые горные работы

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Снетков Вячеслав Иванович Дата подписания: 07.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Тальгамер Борис Леонидович Дата подписания: 11.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Нечаев Константин Борисович Дата подписания: 09.06.2025
--

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Физико-химическая геотехнология» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-4 Способность обосновывать главные параметры карьера, вскрытие карьерного поля, системы открытой разработки, режим горных работ, технологию и механизацию открытых горных работ, способы проветривания, водо-снабжения и водоотведения, методы профилактики аварий и способы ликвидации их последствий	ПКС-4.8
ПКС-5 Способность разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности и рационального недропользования	ПКС-5.10

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-4.8	Обосновывает физико-химическую технологию разработки твердых полезных ископаемых	Знать принцип работы, технические и конструктивные свойства используемых в строительстве горных выработок технических средств; технологию производства и эксплуатации средств механизации и организации выполнения процессов физико-химической геотехнологии; основные требования, предъявляемые к технической документации горных работ; способы строительства поземных горных выработок; элементы, процессы и технологии строительства подземных горных выработок Уметь анализировать горно-геологические условия горных предприятий для добычи твердых полезных ископаемых; оценивать технологические схемы физико-химической геотехнологии применительно к конкретным условиям разработки месторождения

		Владеть анализировать горно-геологические условия горных предприятий для добычи твердых полезных ископаемых; оценивать технологические схемы физико-химической геотехнологии применительно к конкретным условиям разработки месторождения; определять эксплуатационные параметры и показатели физико-химической геотехнологии, а также управления горным давлением при формировании подземных добычных камер; оценивать экономическую эффективность горно-строительных работ, а также производственных, технологических, организационных и финансовых рисков в рыночных условиях
ПКС-5.10	Проектирует процессы физико-химической технологии горных работ	Знать методы подсчета балансовых и эксплуатационных запасов при физико-химической геотехнологии Уметь выбирать тип физико-химической геотехнологии для конкретных горно-геологических и горно-технических условий Владеть конструкциями оборудования и их характеристиками, соответствующими условиям применения.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физико-химическая геотехнология» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Общая геология», «Гидрогеология», «Физика горных пород», «Технологии горных работ», «Обогащение полезных ископаемых», «Геологическое обеспечение горных работ», «Процессы открытых горных работ», «Разрушение горных пород», «Технологии подземной разработки», «Геомеханика, устойчивость бортов и откосов», «Гидромеханизация открытых горных работ»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Разработка техногенных месторождений», «Разработка россыпных месторождений», «Разработка рудных и угольных месторождений», «Производственная практика: технологическая практика», «Производственная практика : преддипломная практика», «Горно-промышленная экология», «Экономика и менеджмент 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 № 8
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	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 № 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 О ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКОЙ ГЕОТЕХНОЛОГ ИИ	1	2			1	4	1, 3	36	Устный опрос
2	ВСКРЫТИЕ И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕН ИЙ ГЕОТЕХНОЛОГ ИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ	2	4			2	4	2	8	Устный опрос
3	ПОДЗЕМНОЕ РАСТВОРЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	3	4			3	4			Устный опрос
4	ПОДЗЕМНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ УГЛЯ (ПГУ)	4	4			4	4			Устный опрос
5	СКВАЖИННАЯ ГИДРОДОБЫЧА ТВЁРДЫХ	5	4			5	4			Устный опрос

	ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ									
6	ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	6	4			6	4			Устный опрос
7	ПОДЗЕМНАЯ ВЫПЛАВКА СЕРЫ (ПВС)	7	4			7	4			Устный опрос
8	ДОБЫЧА ТЯЖЁЛЫХ НЕФТЕЙ И БИТУМА	8	2							Устный опрос
9	НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ	9	4			8	4			Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				32		44	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ	Основные понятия и термины. Физико-химические основы геотехнологических процессов. Термические и термохимические методы воздействия на массив горных пород. Гидравлические процессы при геотехнологических способах разработки.
2	ВСКРЫТИЕ И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ	Способы вскрытия месторождения и область применения. Добычные, вспомогательные и специальные скважины. Классификация систем разработки месторождений геотехнологическими способами. Выбор системы разработки месторождения.
3	ПОДЗЕМНОЕ РАСТВОРЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	Подземное растворение и методы. Прямоточный метод и противоточный ПРС. Управляемые методы ПРС. Струйный способ растворения соли
4	ПОДЗЕМНАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ УГЛЯ (ПГУ)	Основные понятия и термины ПГУ. Технологические операции ПГУ. Физико-химические процессы, протекающие при ПГУ. Получение энергии и химических продуктов при ПГУ
5	СКВАЖИННАЯ ГИДРОДОБЫЧА ТВЁРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	Основы технологии скважинной гидродобычи. Системы разработки СГД. Подъём и транспортировка горной массы при СГД
6	ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	Основные понятия, физико-химические основы процесса выщелачивания. Подземное скважинное выщелачивание. Подземное шахтное

		выщелачивание. Кучное и бактериальное выщелачивание
7	ПОДЗЕМНАЯ ВЫПЛАВКА СЕРЫ (ПВС)	Основные понятия и сущность метода ПВС. Технология подземной выплавки серы
8	ДОБЫЧА ТЯЖЁЛЫХ НЕФТЕЙ И БИТУМА	Основные понятия и определения. Скважинные физико-химические способы добычи тяжёлых нефтей и природных битумов
9	НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ	Гидрогенизация угля. Добыча сланцевого газа. Разработка газогидратных месторождений. Использование глубинного тепла Земли. Использование энергии Солнца

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчёт производительности гидравлического разрушения	4
2	Выбор оптимальных технологических параметров скважинной гидродобычи полезных ископаемых	4
3	Расчёт параметров технологии подземного выщелачивания	4
4	Проектирование подземной газификации углей	4
5	Расчет технико-экономических показателей геотехнологии	4
6	расчет тепловой мощности участка ПСУ	4
7	Расчёт основных параметров послонного растворения соляной залежи	4
8	подъем на поверхность горных пород при СГД	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	8
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
3	Подготовка презентаций	28

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: 1.Метод проектов (project-based learning) — работа над индивидуальным или групповым проектом по заданной теме, в процессе которой

слушатели осуществляют самостоятельный сбор данных, учатся ими пользоваться, развивают исследовательские навыки и системное мышление. Бассейн (swimming pool) — метод, при котором обучающиеся проходят несколько интенсивных буткемпов с целью получения новых знаний для выполнения практических заданий.

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

Болотнев А. Ю. Физико-химическая геотехнология : электронный курс / А. Ю. Болотнев, 2023

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа студентов включает:

1. Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам). Заключается в изучении методических указаний к работам и рекомендуемых учебных пособий. Во время внеаудиторной самостоятельной работы студенты получают навыки работы с поиском и изучением технической литературы.
2. Проработка отдельных разделов теоретического курса, тем, подготовка докладов и презентаций по вопросам, выдаваемым преподавателем к каждой практической работе. Поиск необходимой информации в библиотечных ресурсах ИРНИТУ и Internet. При самостоятельном изучении материала рекомендуется составление словарей основных терминов и понятий по главным разделам дисциплины.
4. Оформление презентаций. Представление и защита каждой тематической работы проводится в виде публичного доклада на занятии и ответов на вопросы слушателей.
5. Выполнение расчетов по практическим работам рекомендуется выполнять в электронных таблицах EXCEL, обращая особое внимание на связанность в самих расчетах (ссылки) и с таблицами исходных данных.

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.

Студентам выдается бумажный или файловый текст по теме практического занятия. Преподаватель озвучивает тему и дает время для сбора ассоциаций по теме. Дополнительно в помощь они записывают ключевые слова.

Преподаватель выдает вопросы группам студентов (по 2-3 человека), которые предполагается рассмотреть на очередной лекции или практическом занятии. Для этого студентам необходимо самостоятельно проработать, подготовить и представить к учебной группе презентацию. По итогам преподаватель выставляет оценку.

Практическое занятие начинается с выступления докладчиков от каждой группы. Доклад оценивается по критериям: доступность, понятность, краткость, наглядность. После каждого доклада студенты задают докладчику и его группе вопросы.

На лекции преподаватель представляет полную информацию по теме, в том числе более

глубокое изложение вопросов, ранее презентованных студентами. Далее продолжается индивидуальная работа студентов с теоретическим материалом. Студентам выдается бланк с вопросами и неполными ответами. Этот бланк подписывается и заполняется индивидуально каждым студентом. Студенты, используя имеющийся материал, работают над ним, находя ответы на контрольные вопросы.

Критерии оценивания.

В начале пары студентам задаются 5 вопросов по бланку второй части для определения уровня остаточных знаний по предыдущему занятию.

В случае неудовлетворительных ответов студентам будет предложено самостоятельно подготовиться и повторить проверку остаточных знаний.

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-4.8	Зачет, не зачет	устный опрос
ПКС-5.10	Зачет, не зачет	устный опрос

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

1. Студенты представляют свои проверенные и зачтенные преподавателем практические работы.
2. Подводится итог по состоявшимся презентациям.
3. Проводится проверка знаний студентов по темам, которые по тем или иным причинам были пропущены.

Пример задания:

Примеры вопросов: типы месторождений, причины рудообразования, гидравлические свойства горного массива, фильтрационные свойства, общая и динамическая пористость, коэффициент проницаемости, коэффициент фильтрации, опытное нагнетание, опытная откачка, влагоемкость, водоотдача, смачиваемость, адсорбция, абсорбция, тепловые свойства, теплопроводность, теплоёмкость, тепловым расширение и сжатие, физико-геологические факторы, горногеологические условия, качество полезного ископаемого, продуктивность пласта, горение, плавление, растворение, химическая реакция, механические гидросмеси, способность отдавать тепло, подземные воды, физико-химическая геотехнология физические процессы, химические процессы, комбинированные физико-химические процессы, основные, обеспечивающие и вспомогательные процессы, способы перевода твердых полезных ископаемых в подвижное состояние, растворение, выщелачивание, выщелачивающие агенты, массовая

и линейная скорость растворения, кристаллизация, селективное извлечение полезного компонента, физическое воздействие, гидрозарушение, комбинированные методы, реагенты, рабочие агенты, водные пульпы, скважинная гидродобыча; рассолы, соли, продукционные растворы, расплавы, газы.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Сданы, проверены и зачтены практические работы.	Не сданы, не проверены и не зачтены практические работы.
Представлены и защищены все презентации.	Не представлены и не защищены все презентации.
Даны ответы на дополнительные вопросы по пропущенным темам.	Нет ответов на дополнительные вопросы по пропущенным темам.

7 Основная учебная литература

1. Болотнев А. Ю. Физико-химическая геотехнология : электронный курс / А. Ю. Болотнев, 2023
2. Арнс В. Ж. Физико-химическая геотехнология : [учебное пособие для вузов по направлению "Горное дело", "Геология и разведка месторождений полезных ископаемых" (бакалавры и магистры), по всем специальностям подготовки горных инженеров] / В. Ж. Арнс, 2001. - 655.
3. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых : учебное пособие для вузов по специальности "Подземные разработки месторождений полезных ископаемых" направления подготовки "Горное дело" / В. Ж. Арнс, Н. И. Бабичев, А. Д. Башкатов, 2011. - 293.
4. Кучное и подземное выщелачивание : методические указания для выполнения контрольной работы: по направлению подготовки бакалавров "Металлургия" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 13.
5. Кучное и подземное выщелачивание : методические указания для практической работы: по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 "Металлургия" очной и заочной форм обучения / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2017. - 32.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Физико-химическая геотехнология : учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Горное дело" / В. Ж. Арнс [и др.]; под общ. ред. В. Ж. Арнса, 2012. - 203.
2. Физико-химическая геотехнология : учебник для вузов по специальности "Подземная разработка месторождений полезных ископаемых" направления подготовки "Горное дело" / В. Ж. Арнс [и др.], 2010. - 573.
3. Пучков Лев Александрович. Извлечение метана из угольных пластов / Л. А. Пучков, С. В. Сластунов, К. С. Коликов, 2002. - 382.
4. Гидротранспортные системы горнодобывающих предприятий : учеб. пособие для вузов по специальности "Подзем. разраб. месторождений полез. ископаемых" / Л. А. Пучков, О. В. Михеев, С. П. Казаков и др., 2000. - 143.

5. Интегрированные технологии добычи угля на основе гидромеханизации / Л. А. Пучков, О. В. Михеев, В. А. Атрушкевич, О. А. Атрушкевич, 2000. - 294.
6. Шаровар И. И. Геотехнологические способы разработки пластовых месторождений : учеб. пособие для вузов по направлению "Горное дело", специальности "Подзем. разраб. месторождений полез. ископаемых" / И. И. Шаровар, 2002. - 241.
7. Аренс В. Ж. Скважинная гидродобыча твердых полезных ископаемых / В. Ж. Аренс, Б. В. Исмагилов, Д. Н. Шпак, 1980. - 229.
8. Кучное и подземное выщелачивание металлов / Г. Д. Лисовский, Д. П. Лобанов, В. П. Назаркин, 1982. - 113.
9. Кунаев Аскар Минлиахмедович. Подземное выщелачивание свинцово-цинковых руд / Аскар Минлиахмедович Кунаев; АН КазССР, Ин-т металлургии и обогащения, 1986. - 207.
10. Бахуров В. Г. Подземное выщелачивание урановых руд / В. Г. Бахуров, С. Г. Вечеркин, И. К. Луценко, 1969. - 151.
11. Дудко П. М. Подземное выщелачивание солей / П. М. Дудко, 1972. - 160.

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 Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
3. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ООО "Азон"
4. Microsoft Office Professional Plus 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"
5. MICROMINE (8 модулей) 2009
6. МАЙНФРЭЙМ
7. Геомикс
8. DATAMINE

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Копировальный аппарат Kyocera TASKalfa 180
2. Компьютер ATX P4-630/1Gb/160/256/DVD/кл/мышь/LCD 17 Samsung
3. Компьютер ATX P4-630/1Gb/160/256/DVD/кл/мышь/LCD 17 Samsung
4. Компьютер ATX P4-630/1Gb/160/256/DVD/кл/мышь/LCD 17 Samsung
5. Компьютер ATX P4-630/1Gb/160/256/DVD/кл/мышь/LCD 17 Samsung
6. жалюзи
7. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
8. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
9. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
10. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
11. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
12. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
13. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
14. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
15. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
16. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
17. Мультиим.проектор "BenQ MW621ST" с экраном
18. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
19. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
20. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
21. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
22. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
23. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
24. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
25. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
26. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
27. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""

28. Доска аудиторная ДА-1

29. Коммутатор "D-Link DES-1008d-pro"