

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 (112)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 04 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЯ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Подземная разработка рудных месторождений

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Снетков Вячеслав Иванович
Дата подписания: 09.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Рославцева Юлия
Геннадьевна
Дата подписания: 15.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лысков
Владимир Мефодьевич
Дата подписания: 10.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

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

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность осуществлять руко-водство производ-ственно-техническим и технологическим обеспечением горного производства и применять навыки геолого-промышленной оценки рудных ме-сторождений полез-ных ископаемых	ПКС-2.11
ПКС-3 Способность выполнять комплексное обоснование тех-нологий и меха-низации подземной раз-работки рудных ме-сторождений полез-ных ископаемых с учетом требований технической доку-ментации	ПКС-3.15
ПКС-4 Способность выработки и реали-зации технических решений по управлению качеством про-дукции при разра-ботке рудных месторождений подземным способом	ПКС-4.8
ПКС-5 Способность обосновать решения по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала рудных месторождений по-лезных ископаемых	ПКС-5.8
ПКС-7 Способность проектировать при-родоохранную дея-тельность по сниже-нию экологической нагрузки на окружа-ющую среду и по-вышение экологи-ческой безопасности горного производства при подземной раз-работке рудных ме-сторождений	ПКС-7.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.11	Способен анализировать структуру массива рудного месторождения для оценки возможностей использования физико-химической технологии	Знать Структуру массива рудного месторождения Уметь Оценивать эффективность физико-химической технологии Владеть Методиками расчета физико-химической технологии
ПКС-3.15	Способен анализировать и принимать комплексное обоснование физико-химической технологии разработки месторождений полезных ископаемых	Знать Принцип работы, технические и конструктивные свойства используемых в строительстве горных выработок технические средства Уметь Анализировать горно-геологические условия горных предприятий для добычи твердых полезных ископаемых

		Владеть Современными методами выбора основных параметров физико-химической геотехнологии, навыками разработки проектных решений по реализации физико-химической геотехнологии в конкретных горно-геологических условиях
ПКС-4.8	Владеет методикой разработки и реализации технических решений по управлению качеством продукции при разработке месторождений	Знать Элементы, процессы и технологии строительства подземных горных выработок, прикладное программное обеспечение, достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области организации производства, труда и управления процессами добычных работ Уметь Оценивать экономическую эффективность горно-строительных работ, а также производственных, технологических, организационных и финансовых рисков в рыночных условиях Владеть Современными методами выбора основных параметров физико-химической геотехнологии, навыками разработки проектных решений по реализации технологии в конкретных горно-геологических условиях
ПКС-5.8	Способен анализировать рациональное и комплексное освоение георесурсного потенциала месторождений полезных ископаемых	Знать Технологию производства и эксплуатации средств механизации и организации выполнения процессов физико-химической геотехнологии Уметь Оценивать технологические схемы физико-химической геотехнологии применительно к конкретным условиям разработки месторождения Владеть Навыками интерпретации данных геологической базы,, основными принципами выполнения геометрических построений применительно к конкретным горно-геологическим условиям
ПКС-7.2	Способность обосновывать решения при проектировании природоохранной деятельности	Знать Уметь Владеть

	по снижению экологической нагрузки на окружающую среду с учетом требований экологической безопасности при применении физико-химических технологий	
--	---	--

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», «Геомеханика и управление массивом», «Процессы подземной разработки рудных месторождений», «Разрушение горных пород», «Технология подземной разработки рудных месторождений»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Горно-промышленная экология», «Экономика и менеджмент горного производства», «Процессы подземной разработки рудных месторождений», «Технологии подземной разработки пластовых и россыпных месторождений»

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
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 ГЕОТЕХНОЛОГИИ	1	2			1	4	3	20	Устный опрос
2	ВСКРЫТИЕ И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ	2	4			2	4	2	16	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 ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	5	4			5	4			Устный опрос
6	ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	6	4			6	4	1	8	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	Способы вскрытия месторождения и область применения. Добычные, вспомогательные и специальные скважины. Классификация систем

	МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СПОСОБАМИ	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	Насчет тепловой мощности участка ПСУ	4
7	Расчёт основных параметров послынного 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)	16
3	Подготовка презентаций	20

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: 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. 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 ИРНТУ 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 демонстрируется файл с темой и вопросами предыдущего занятия. Далее проводится выборочный блиц-опрос студентов из предлагаемого списка. 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. Преподаватель оценивает доклад.

Критерии оценивания.

В случае неудовлетворительных ответов на блиц-опрос студентам будет предложено самостоятельно подготовиться и на следующем занятии 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-2.11	Зачтено, не зачтено	Решение задач
ПКС-3.15	Зачтено, не зачтено	Решение задач
ПКС-4.8	Зачтено, не зачтено	Решение задач
ПКС-5.8	Зачтено, не зачтено	Решение задач
ПКС-7.2		

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, производственные растворы, расплавы, газы.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

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

[Сайт] – URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=6691>

2. Аренс 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. Аренс, 2001. - 655.

3. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых : учебное пособие для вузов по специальности "Подземные разработки месторождений полезных ископаемых" направления подготовки "Горное дело" / В. Ж. Аренс, Н. И. Бабичев, А. Д. Башкатов, 2011. - 293.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/1536>

4. Минеев Г. Г. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд / Геннадий Григорьевич Минеев, Сергей Борисович Леонов, 1997. - 81.

5. Минеев Г. Г. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Г. Минеев, С. Б. Леонов, 2008. - 92.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-13636.pdf>

6. 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.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-15085.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Физико-химическая геотехнология : учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Горное дело" / В. Ж. Аренс [и др.]; под общ. ред. В. Ж. Аренса, 2012. - 203.

2. Физико-химическая геотехнология : учебник для вузов по специальности "Подземная разработка месторождений полезных ископаемых" направления подготовки "Горное дело" / В. Ж. Аренс [и др.], 2010. - 573.

3. Аренс В. Ж. Скважинная гидродобыча твердых полезных ископаемых / В. Ж. Аренс, Б. В. Исмагилов, Д. Н. Шпак, 1980. - 229.

4. Кучное и подземное выщелачивание металлов / Г. Д. Лисовский, Д. П. Лобанов, В. П. Назаркин, 1982. - 113.

5. Технология разработки соляных месторождений подземным выщелачиванием : сб. науч. тр. / Всесоюз. науч.-исслед. и проект. ин-т галургии, 1981. - 104.

6. Кучное выщелачивание при разработке урановых месторождений / под ред. Д. И. Скоробогатова, 1988. - 151.

7. Бахуров В. Г. Подземное выщелачивание урановых руд / В. Г. Бахуров, С. Г. Вечеркин, И. К. Луценко, 1969. - 151.

8. Калабин А. И. Добыча полезных ископаемых подземным выщелачиванием и другими геотехнологическими методами / А. И. Калабин, 1981. - 302.

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. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение

2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ

3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитория Е-302 - комплекс (компьютерный класс и Учебно-исследовательская лаборатория) для проведения лекционных, практических занятий, в том числе дистанционного обучения студентов и преподавателей, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и выполнения исследовательских работ студентов и аспирантов. Оснащение: комплект учебной мебели, кондиционеры, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование : плазменный экран, интерактивный стол, оборудование для ВКС, акустическая система, компьютеры с выходом в интернет, телевизор с ВКС, плоттер, принтер Kuosera.