

**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

---

Подземная разработка рудных месторождений

---

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: Лысков  
Владимир Мефодьевич  
Дата подписания: 08.06.2025

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-2 Способность осуществлять руководство производственно-техническим и технологическим обеспечением горного производства и применять навыки геолого-промышленной оценки рудных месторождений полезных ископаемых	ПКС-2.11
ПКС-3 Способность выполнять комплексное обоснование технологий и механизации подземной разработки рудных месторождений полезных ископаемых с учетом требований технической документации	ПКС-3.15
ПКС-4 Способность выработки и реализации технических решений по управлению качеством продукции при разработке рудных месторождений подземным способом	ПКС-4.8
ПКС-5 Способность обосновать решения по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала рудных месторождений полезных ископаемых	ПКС-5.8
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-7.2

## 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-5.8	Способен анализировать рациональное и комплексное освоение георесурсного потенциала месторождений полезных ископаемых	<p><b>Знать</b> Технологию производства и эксплуатации средств механизации и организации выполнения процессов физико-химической геотехнологии</p> <p><b>Уметь</b> Оценивать технологические схемы физико-химической геотехнологии применительно к конкретным условиям разработки месторождения</p> <p><b>Владеть</b> Навыками интерпретации данных геологической базы,, основными принципами выполнения геометрических построений применительно к</p>

		конкретным горно-геологическим условиям
ПКС-7.2	Способность обосновывать решения при проектировании природоохранной деятельности по снижению экологической нагрузки на окружающую среду с учетом требований экологической безопасности при применении физико-химических технологий	<b>Знать</b> Основные требования, предъявляемые к технической документации горных работ, способы строительства подземных горных выработок <b>Уметь</b> Определять эксплуатационные параметры и показатели физико-химической геотехнологии, а также управления горным давлением при формировании подземных добычных камер <b>Владеть</b> Навыками анализа результатов компьютерного моделирования и использования блочных трехмерных моделей в практике проектирования отработки запасов участка рудных месторождений
ПКС-2.11	Способен анализировать структуру массива рудного месторождения для оценки возможностей использования физико-химической технологии	<b>Знать</b> Структуру массива рудного месторождения <b>Уметь</b> Оценивать эффективность физико-химической технологии <b>Владеть</b> Методиками расчета физико-химической технологии
ПКС-3.15	Способен анализировать и принимать комплексное обоснование физико-химической технологии разработки месторождений полезных ископаемых	<b>Знать</b> Принцип работы, технические и конструктивные свойства используемых в строительстве горных выработок технические средства <b>Уметь</b> Анализировать горно-геологические условия горных предприятий для добычи твердых полезных ископаемых <b>Владеть</b> 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	<b>Знать</b> Элементы, процессы и технологии строительства подземных горных выработок, прикладное программное обеспечение, достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области

		<p>организации производства, труда и управления процессами добычных работ</p> <p><b>Уметь</b> Оценивать экономическую эффективность горно-строительных работ, а также производственных, технологических, организационных и финансовых рисков в рыночных условиях</p> <p><b>Владеть</b> Современными методами выбора основных параметров физико-химической геотехнологии, навыками разработки проектных решений по реализации технологии в конкретных горно-геологических условиях</p>
--	--	---

## 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: «Производственная практика: технологическая практика», «Производственная практика : преддипломная практика», «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
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	0	0

аттестации		
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	3	20	Устный опрос
2	ВСКРЫТИЕ И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕН ИЙ ГЕОТЕХНОЛОГ ИЧЕСКИМИ 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	ВЫЩЕЛАЧИВА НИЕ 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	НЕТРАДИЦИОН НЫЕ 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	Насчет тепловой мощности участка ПСУ	4
7	Расчёт основных параметров послыйного 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 (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 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**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПКС-5.8	Зачтено, не зачтено	Решение задач
ПКС-7.2	Зачтено, не зачтено	Решение задач
ПКС-2.11	Зачтено, не зачтено	Решение задач
ПКС-3.15	Зачтено, не зачтено	Решение задач
ПКС-4.8	Зачтено, не зачтено	Решение задач

#### **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

<b>Зачтено</b>	<b>Не зачтено</b>
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
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. 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.

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.

## **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. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010

2. Microsoft Windows Seven Professional [1x500] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x500] )\_поставка 2010
3. Microsoft Office Professional Plus 2013
4. Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian OpenLicensePack NoLevel AcademicEdition
5. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010\_(артикул 021-09683)
6. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"
7. MICROMINE (8 модулей) 2009
8. DATAMINE
9. МАЙНФРЭЙМ
10. Майнфрейм
11. Геомикс

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Копировальный аппарат Kyocera TASKalfa 180
2. Сканер Mustek PI/A3 ScanExpress A3 USB 1200Pro
3. жалюзи
4. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
5. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
6. Компьютер Intel Core i7/DDR 8Gb/HDD 1Tb/GF 2Gb/DVDRW/LCD 23"/ИБП
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. Мультипроектор "BenQ MW621ST" с экраном
15. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
16. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""

17. Компьютер "i7-4770(3.4)/16Gb/1Tb/GF1024/23.6""
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. Доска аудиторная ДА-1
26. Коммутатор "D-Link DES-1008d-pro"