

**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: заочная

---

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 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-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 технических средств <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 физико-химической геотехнологии, в том числе с выходом в internet; достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области организации производства, труда и управления физико-химическими процессами добычных работ <b>Уметь</b> оценивать экономическую эффективность горно-строительных работ, а также производственных, технологических, организационных и финансовых рисков в рыночных условиях <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-5.8	Способен анализировать рациональное и комплексное освоение георесурсного потенциала месторождений полезных ископаемых	<b>Знать</b> технологию производства и эксплуатации средств механизации и организации выполнения процессов физико-химической геотехнологии <b>Уметь</b> оценивать технологические схемы физико-химической геотехнологии применительно к конкретным условиям разработки месторождения <b>Владеть</b> 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 по снижению экологической нагрузки на окружающую среду с учетом требований экологической безопасности при применении физико-химических технологий	<b>Знать</b> <b>Уметь</b> <b>Владеть</b>

## 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 подземной разработки рудных месторождений», «Разрушение горных пород», «Технология подземной разработки рудных месторождений», «Технологии подземной разработки пластовых и россыпных месторождений», «Геомеханика и управление массивом»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Горно-промышленная экология», «Экономика и менеджмент горного производства», «Строительство рудников», «Техногенные риски в горном деле», «Рациональное природопользование», «Безопасность ведения горных работ»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	12	2	10
лекции	8	2	6
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	4	0	4
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	92	34	58
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4

Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет
---	---------	--	-------

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

###### Учебный год № 3

№ 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	Подземное растворение полезных ископаемых. Подземная выплавка полезных ископаемых.	1	1					1	14	Устный опрос
2	Подземная газификация углей.	2	1					1	20	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

###### Учебный год № 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	Гидрогенизация. Подземное сжигание угля.	1	1			1	1			Контрольная работа
2	Комбинированная схема подземного сжигания углей	2	1			2	1	1, 2	26	Контрольная работа
3	Подземное выщелачивание полезных ископаемых. Скважинная гидродобыча угля гидроагрегатами.	3	2			3	1			Контрольная работа
4	Скважинная гидродобыча полезных ископаемых.	4	2			4	1	1, 2	32	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		6				4		62	

##### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

### Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Подземное растворение полезных ископаемых. Подземная выплавка полезных ископаемых.	Полезные ископаемые, добываемые растворением. Принципы добычи растворением и технология добычи. Полезные ископаемые, добываемые подземной выплавкой. Условия и технология добычи. Область применения подземной газификации углей. Технология подземной газификации углей и эффективность.
2	Подземная газификация углей.	Область применения подземной газификации углей. Технология подземной газификации углей и эффективность.

### Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Гидрогенизация. Подземное сжигание угля.	Понятие о гидрогенизации углей и технология получения жидкого топлива. Эффективность. Условия подземного сжигания угля. Технологические схемы и область их применения.
2	Комбинированная схема подземного сжигания углей	Сущность технологии комбинированной схемы сжигания угля и область её применения.
3	Подземное выщелачивание полезных ископаемых. Скважинная гидродобыча угля гидроагрегатами.	Сущность технологии подземной гидродобычи угля с применением гидроагрегатов. Схемы разработки угольных пластов. Понятие о подземном выщелачивании металлов и виды технологий выщелачивания.
4	Скважинная гидродобыча полезных ископаемых.	Схема скважинной гидродобычи. Устройство агрегатов гидродобычи.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

### Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Подготовка исходных данных для проектирования геотехнологической разработки месторождений полезных ископаемых. Методика расчёта производительности гидравлического разрушения.	1
2	Проектирование подземной газификации углей.	1
3	Выбор оптимальных технологических	1

	параметров скважинной гидродобычи полезных ископаемых. Расчёт параметров технологии подземного выщелачивания.	
4	Расчёт технико-экономических показателей геотехнологии	1

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	34

##### Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка презентаций	10
2	Проработка разделов теоретического материала	48

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Публичная презентация (public presentation) — представление обучающих материалов в структурированном, графическом и простом для усвоения виде. Презентация может служить дополнительной иллюстрацией учебного материала и отображать его ключевые моменты.

#### 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:

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 учебный год 3 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Студентам демонстрируется файл с темой и вопросами предыдущего занятия. Далее проводится выборочный блиц-опрос студентов из вопросов предлагаемого списка.

##### **Критерии оценивания.**

По итогам опроса преподаватель выставляет оценку. Отлично. Хорошо. Удовлетворительно. Неудовлетворительно.

#### **6.1.2 учебный год 4 | Контрольная работа**

##### **Описание процедуры.**

Преподаватель озвучивает тему и дает время для сбора ассоциаций по теме. Затем распределяет по группам студентов (2-3 человека) вопросы, которые предполагается рассмотреть на очередной лекции или практическом занятии. Дополнительно в помощь даются ключевые слова. После этого группам студентов необходимо самостоятельно проработать, подготовить и представить учебной группе презентацию.

Практическое занятие начинается с выступления каждой группы. Слушатели-студенты выступают в качестве экспертов. После выступления студенты задают докладчику и его группе вопросы.

##### **Критерии оценивания.**

Доклад и презентация оценивается по критериям: доступность, понятность, краткость, наглядность.

По итогам обсуждения преподаватель выставляет оценку. Отлично. Хорошо. Удовлетворительно. Неудовлетворительно.

### **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-2.11	Зачет, не зачет	Решение задач
ПКС-3.15	Зачет, не зачет	Решение задач
ПКС-4.8	Зачет, не зачет	Решение задач
ПКС-5.8	Зачет, не зачет	Решение задач
ПКС-7.2		

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Учебный год 4, 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. Студентам, имеющим пропуски, задаются дополнительные вопросы по пропущенным занятиям

#### Пример задания:

предоставляются преподавателю для получения студеном зачёта.

1. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых.
2. Скважинная гидродобыча угля гидроагрегатами.
3. Подземное выщелачивание металлов.
4. Кучное выщелачивание металлов.
5. Гидрогенезация угля.
6. Газификация углей.
7. Подземное сжигание углей.
8. Комбинированная схема подземного сжигания углей.
9. Подземная выплавка серы.
10. Подземное растворение солей.
11. Гидроэлеватор с центральной подачей воды.
12. Гидроэлеватор со щелевой подачей воды.
13. Гидромонитор.
14. Эрлифт с центральной подачей сжатого воздуха.
15. Эрлифт со щелевой подачей сжатого воздуха.
16. Подводная добыча полезных ископаемых.
17. Сорбент.
18. Адсорбция.
19. Десорбция.
20. Перколяция.
21. Агломерация.
22. Зольность угля.
23. Выход концентрата.
24. Извлечение полезного компонента.
25. Типы растворителя руд при подземном выщелачивании.
26. Понятие о карбонатности руды.
27. Понятие о коагуляции раствора.
28. Что такое pH?
29. Стадии технологического процесса подземного выщелачивания металлов.
30. Схемы подачи растворителя в залежь при подземном выщелачивании металлов.
31. Схемы подготовки рудной залежи к подземному выщелачиванию металлов.
32. Исходные данные для расчёта параметров процесса подземного выщелачивания металлов.
33. Показатель, характеризующий эффективность отработки месторождения методом

подземного выщелачивания металлов.

34. Преимущества способа подземного выщелачивания металлов.

35. Условия, при которых применяется способ подземного выщелачивания металлов.

#### 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.	Не сданы, не проверены и не зачтены практические работы. Не представлены и не защищены все презентации.

### 7 Основная учебная литература

1. 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.

2. 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>

### 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. Фундаментальные проблемы российской металлургии на пороге XXI века : в 4т. Т. 3. Металлургия редких и рассеянных элементов/В. Ж. Аренс и др.; Отв. ред. Д. В. Дробот / Ред. совет: Шевакин Ю. Ф. (пред.) и др., 1999. - 391.

5. Аренс В. Ж. Геолого-гидродинамические основы геотехнологических методов добычи полезных ископаемых / В. Ж. Аренс, А. М. Гайдин, 1978. - 215.

6. Подземная выплавка серы в Предкарпатье : разработка и внедрение в крупнопромышленном масштабе технологии подземной выплавки серы в сложных горно-геологических условиях Предкарпатского сероносного бассейна / В. Ж. Аренс [и др.], 1981. - 111.

7. Аренс В. Ж. Разработка месторождений самородной серы методом подземной выплавки / В. Ж. Аренс, 1973. - 263.

### **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/>
3. <https://www.geokniga.org/>

### **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.