

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 03.11.2023 14:57:19  
Уникальный программный ключ:  
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"**

(МГРИ)

## **Физико-химическая геотехнология**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Геотехнологических способов и физических процессов горного производства**

Учебный план s210504\_23\_GI23.plx  
Специальность 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144  
в том числе:  
аудиторные занятия 44,35  
самостоятельная работа 72,65  
часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 8

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	14 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	28	28
Практические	14	14	14	14
Иные виды контактной работы	2,35	2,35	2,35	2,35
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	44,35	44,35	44,35	44,35
Контактная работа	44,35	44,35	44,35	44,35
Сам. работа	72,65	72,65	72,65	72,65
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1	приобретение студентами специальных знаний, навыков, умений и их практическое применение для реализации технологии подземного блочного, скважинного и кучного выщелачивания, подземного растворения солей, скважинной выплавки серы, подземной газификации, скважинной гидродобычи.
1.2	Задачей освоения дисциплины «Физико-химическая геотехнология» являются: научить студентов самостоятельно определять и анализировать физические и химические процессы в их взаимосвязи, которые формируются в недрах при геотехнологических способах добычи полезных компонентов; оценивать геохимический и гидродинамический режимы подземного и кучного выщелачивания металлов; управлять геотехнологическими параметрами для достижения эффективных показателей добычи.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Химия
2.1.2	Физика
2.1.3	Горно-промышленная экология
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ОПК-10: Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	особенности эксплуатационной разведки месторождений полезных ископаемых; способы проходки горных выработок, технологии добычи и переработки (обогащения) твердых полезных ископаемых
Уровень 2	основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов
Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	оценивать возможные технологии эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов и принимать рациональные и экономически целесообразные решения
Уровень 2	применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	методами компьютерной обработки больших объемов информации; компьютерными программами по автоматизированным технологиям подсчета запасов твердых полезных ископаемых, оконтуривания рудных тел и блокировки их по
Уровень 2	технологией эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов и способностью применять ее на практике
Уровень 3	*

<b>ОПК-9: Способен осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	основные правила безопасности ведения горных и взрывных работ включая: «Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом»; «Единые правила безопасности при взрывных работах»; «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов»; «Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий»; «Правила устройства электроустановок» и ряд других
Уровень 2	основные требования правил безопасности предъявляемые к руководителям горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций
Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	

Уровень 1	осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов с соблюдением ЕПБ
Уровень 2	осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	технологией безопасного ведения горных работ; правилами безопасности при производстве взрывных работ, хранении и транспортировке взрывчатых материалов; навыками непосредственного управления процессами горных работ на производственных объектах
Уровень 2	навыками технического руководства горными и взрывными работами при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах
Уровень 3	*

**УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели**

<b>Знать:</b>	
Уровень 1	основы стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели
Уровень 2	особенности поведения выделенных групп людей, с которыми работает /взаимодействует, учитывает их в своей деятельности
Уровень 3	*
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	эффективно взаимодействовать с другими членами команды, в т.ч. участвовать в обмене информацией, знаниями и опытом
Уровень 2	планировать последовательность шагов и распределять работу в команде для достижения заданного результата; представлять публично результаты работы команды; проводить дифференциацию задач и соответствующих исполнителей, опираясь на их особенности
Уровень 3	*
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	навыками организационной работы для выполнения поставленных задач в научной и общественной деятельности
Уровень 2	методами планирования командной работы, навыками дифференциации задач и исполнителей в научной и общественной деятельности, способами оценивания результатов совместной работы, навыками составления отчетов о проделанной работе
Уровень 3	*

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	технологические процессы и технологические схемы физико-химической геотехнологии; принципы выбора главных параметров технологии; системы разработки физико-химической геотехнологии; способы и средства охраны и рациональное использование недр.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	- самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения;
3.2.2	
3.2.3	- организовать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;
3.2.4	- демонстрировать понимание значимости своей будущей специальности, стремление к ответственному отношению к своей трудовой деятельности;
3.2.5	- проводить самостоятельно или в составе группы научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	- демонстрировать владение методами и средствами определения физических свойств горных пород, умение выявлять закономерности параметров взаимодействия горных пород с полями различной физической природы и технологическими растворами различного химического состава;

3.3.2	- уметь демонстрировать способность владения основными методами контроля и мониторинга параметров процессов добычи и обработки полученной информации ;
3.3.3	- использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией;
3.3.4	- выбирать технические средства для решения технологических вопросов при решении задач для геотехнологических способов добычи полезных компонентов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. 1. Физико-химическая геотехнология – новое прогрессивное направление в добыче металлов.</b>						
1.1	Физико-химическая геотехнология – новое прогрессивное направление в добыче металлов. Классификация методов добычи: физические, химические, физико-химические, микробиологические. Место геотехнологии в структуре горного дела. Научные и практические задачи, решаемые геотехнологией. Направление развития геотехнологии. /Лек/	8	2	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
1.2	Геотехнология – новое прогрессивное направление в добыче металлов. Понятие «Геотехнология» и ее место в науках о Земле. Междисциплинарные связи геотехнологии как науки. Терминология. Составные части геотехнологии и их содержание. /Пр/	8	1	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
1.3	Схемы сооружения бесфильтровых скважин при ПВ металлов. /СР/	8	5	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
1.4	/ИВКР/	8	2,35	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 2. 2. Основы процессов добычи геотехнологическими методами.</b>						
2.1	Основы процессов добычи геотехнологическими методами. Понятия о горных породах – объектах воздействия геотехнологическими методами. Основные параметры природной среды, определяющие эффективность выбора и применения геотехнологических методов добычи. /Лек/	8	3	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
2.2	Основы процессов добычи геотехнологическими методами. Характерные особенности геотехнологических методов и их классификация по виду и способу перевода полезного ископаемого в подвижное состояние. Основные понятия и определения. Основные направления развития геотехнологии. /Пр/	8	1	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	

2.3	Конструкции скважин для ПВ, ПВС, ПРС. /СР/	8	5	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 3. 3. Физико–химические основы процесса выщелачивания (разрушения) полезных компонентов (ПК).</b>						
3.1	Физико – химические основы процесса выщелачивания (разрушения) полезных компонентов (ПК). Механизм растворения минеральной фазы. Понятие об окислительно – восстановительном потенциале и рН среды для перехода металлов в ионное состояние. Формы миграции полезных компонентов. /Лек/	8	2	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
3.2	Физико – химические основы процесса выщелачивания (разрушения) полезных компонентов (ПК). Выщелачивание полезных ископаемых геотехнологическими методами. Сущность процесса выщелачивания (избирательность), механизм выщелачивания в сернокислотном и карбонатном режимах. /Пр/	8	1	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
3.3	Методы интенсификации процессов: подземного и кучного выщелачивания, растворения солей, подземной выплавки серы. /СР/	8	6	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 4. 4. Скважинное подземное выщелачивание (СПВ) металлов.</b>						
4.1	Скважинное подземное выщелачивание (СПВ) металлов. Сущность и принципы метода СПВ. Промышленные типы месторождений и гидрогеологические признаки, определяющие возможность СПВ. Понятие системы разработки методом СПВ. Выбор реагента и регламента процесса выщелачивания. Природоохранные мероприятия на месторождениях, обрабатываемых методом СПВ. /Лек/	8	2	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
4.2	Скважинное подземное выщелачивание (СПВ) металлов. Конструкции геотехнологических скважин. Средства транспортировки растворов. Назначение скважин и их роль в геотехнологическом процессе. /Пр/	8	1	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
4.3	Методы интенсификации процессов: подземного и кучного выщелачивания, растворения солей, подземной выплавки серы. /СР/	8	6	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
	<b>Раздел 5. 5. Шахтное подземное выщелачивание (ШПВ) металлов.</b>						
5.1	Шахтное подземное выщелачивание (ШПВ) металлов. Сущность и область промышленного применения ШПВ металлов из крепких руд. Физико-химические основы процесса ШПВ. Условия применения. Системы и процессы ШПВ металла из руд массива без предварительного разрушения. /Лек/	8	3	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	

5.2	Шахтное подземное выщелачивание (ШПВ) металлов. Системы разработки без разрушения массива. Условия и области применения. Конструктивные особенности систем разработки. Достоинства и недостатки. Конструкции нагнетательных и дренажных устройств. /Пр/	8	1	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
5.3	Методы интенсификации процессов: подземного и кучного выщелачивания, растворения солей, подземной выплавки серы. /СР/	8	10	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
<b>Раздел 6. 6. Подземная выплавка серы (ПВС).</b>							
6.1	Подземная выплавка серы (ПВС). Основные понятия о методе ПВС. Конструкция добычного комплекса ПВС. Область применения. Основные технологические схемы. Оборудование серодобычных скважин. /Лек/	8	3	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
6.2	Подземная выплавка серы (ПВС). Сущность метода подземной выплавки серы. Требования метода ПВС к качеству серных руд и горно-геологическим условиям их залегания. Особенности разработки серных месторождений методом ПВС. Конструкция добычных скважин. Системы разработки. Контроль процесса. /Пр/	8	2	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
6.3	Методы интенсификации процессов: подземного и кучного выщелачивания, растворения солей, подземной выплавки серы. /СР/	8	10	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
<b>Раздел 7. 7. Кучное выщелачивание металлов (КВ).</b>							
7.1	Кучное выщелачивание металлов (КВ). Определение понятия КВ, его разновидности (штабельное, кюветное, траншейное). Основные элементы технологической цепи предприятия КВ. Система орошения и технология улавливания продуктивных растворов. /Лек/	8	3	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
7.2	Кучное выщелачивание металлов (КВ). Технология орошения штабелей. Схемы приема дренажных (продуктивных) растворов. Явления суффозии и методы борьбы с ней. Методы интенсификации процесса КВ. /Пр/	8	2	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
7.3	Методы интенсификации процессов: подземного и кучного выщелачивания, растворения солей, подземной выплавки серы. /СР/	8	10	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
<b>Раздел 8. 8. Подземное растворение солей (ПРС).</b>							
8.1	Подземное растворение солей (ПРС). Сущность метода, его минерально-сырьевая база. Метод гидровруба, послойное растворение, метод заглубленной подачи воды. Конструкции геотехнологических скважин. /Лек/	8	4	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	

8.2	Скважинный способ разработки соляных месторождений методом растворения. Вскрытие и методы размыва камер, конструкции технологических скважин. Системы разработки. Особенности кинетики растворения солей и основные факторы, влияющие на интенсивность этого процесса. /Пр/	8	2	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	2	
8.3	Методы интенсификации процессов: подземного и кучного выщелачивания, растворения солей, подземной выплавки серы. /СР/	8	10,65	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
<b>Раздел 9. 9. Подземная, газификация. Скважинная гидродобыча.</b>							
9.1	Подземная, газификация. Скважинная гидродобыча. Сема цепей, аппаратов. Новизна способов добычи. Условия применения. /Лек/	8	6	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
9.2	Подземная, газификация. Скважинная гидродобыча. /Пр/	8	3	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	
9.3	Подземная газификация. /СР/	8	10	УК-3 ОПК-9 ОПК-10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Задания для проведения текущей аттестации представлены в Приложении 1

### 5.2. Темы письменных работ

Не предусмотрены

### 5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины "Физико-химическая геотехнология" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся, примеры заданий для практических, билеты для проведения промежуточной аттестации.

Все оценочные средства представлены в Приложении 1.

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лекций, практических занятий, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде:

- средств текущего контроля;
- средств итогового контроля – промежуточной аттестации: экзамена в 8 семестре

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Аренс В. Ж.	Физико-химическая геотехнология: учебное пособие	М.: МПТУ, 2001
Л1.2	Аренс В.Ж., Гридин О.М., Крейнин Е.В., Небера В.П., Фазлуллин М.И., Хрулев А.С., Хчяян Г.Х.	Физико-химическая геотехнология [Электронный ресурс МПРИ]: учебник	М.: МПТУ, 2009
Л1.3	Аренс В.Ж., Гридин О.М., Крейнин Е.В., Небера В.П., Фазлуллин М.И., Хрулев А.С., Хчяян Г.Х.	Физико-химическая геотехнология [Электронный ресурс МПРИ]: учебник	М.: МПТУ, 2012

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.4	Под ред. В.Ж. Аренса	Физико-химическая геотехнология: учебник	М.: МПТУ.- Горная книга, 2010
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Верчеба А. А., Маркелов С. В.	Техногенные месторождения, способы их формирования и переработки: учебное пособие	М.: МПРУ, 2003
Л2.2	Водолазов Л. И.	Геотехнология. Кучное выщелачивание бедного минерального сырья	М.: Изд-во МГТА, 1999
Л2.3	Под ред. М.И. Фазлулина	Ag Au кучное выщелачивание благородных металлов	М.: Академия горных наук, 2001

### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Методические указания по изучению дисциплины представлены в Приложении 2 и включают в себя:

1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.
2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.
3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.