

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»  
в г. Апатиты

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В. ОД.13 Физико-химическая геотехнология**

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии  
с федеральным государственным образовательным стандартом и учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы  
по специальности**

**21.05.04 Горное дело**

**специализация №2 Подземная разработка рудных месторождений**

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

**высшее образование – специалитет**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**горный инженер (специалист)**

квалификация

**заочная**

форма обучения

**2015**

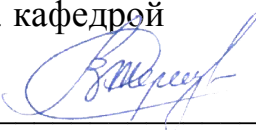
год набора

**Составитель:**

Терещенко С.В., д.т.н.,  
зав. кафедрой горного дела,  
наук о Земле и природообустройства

Утверждено на заседании кафедры горного  
дела, наук о Земле и природообустройства  
(протокол №1 от 24 января 2017г.)

Зав. кафедрой



Терещенко С.В.

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – Перспективы сырьевых отраслей связаны с необходимостью вовлечения в эксплуатацию запасов, характеризующихся низким содержанием полезных и повышенным содержанием вредных компонентов, а также неблагоприятными горно-геологическими условиями. Как правило, новые месторождения расположены в отдаленных необжитых районах, со сложными погодными условиями, что требует огромных капитальных вложений с большими сроками окупаемости. В результате происходит существенное удорожание конечной продукции, в том числе и из-за больших транспортных расходов. Учитывая жесткую конкуренцию производителей минерального сырья на мировых рынках, во многих случаях сбыт такой продукции не покрывает вложенных средств.

Увеличивающиеся масштабы горного производства требуют только для складирования пустых пород и отходов отчуждения больших площадей земельных угодий, наносят значительный ущерб водному и воздушному бассейнам.

В современном мире информационных технологий, стремительного развития биологии, освоения космического пространства и других наукоемких технологий тяжелый, опасный и сравнительно малоквалифицированный труд шахтеров становится непрестижным.

В связи с вышеизложенным, в горной науке и технике возник и развивается новый раздел — физико-химическая геотехнология, который занимается созданием технологий, основанных на новых принципах. Это вскрытие месторождения системой скважин, перевод твердого полезного ископаемого в жидкость, газ или гидросмесь на месте залегания, извлечение полученных продуктов на поверхность через скважины с последующей переработкой на наземных предприятиях в товарную продукцию.

Реализация такого подхода требует широких знаний, использующих достижений физики, химии, биологии, гидромеханики и других фундаментальных наук. В физико-химической геотехнологии переплелись геолого-минералогические, физико-математические, химические, биохимические и многие инженерные, технологические и общественные науки.

С этой точки зрения технологии физико-химическая геотехнология может рассматриваться в качестве одного из направлений инновационного развития горного производства, имеющего большое будущее. Подготовка горных инженеров в этой области является своевременным и обязательным этапом в становлении и широкой практической реализации нового направления.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с основными понятиями физико-химической геотехнологии, ее теоретическими основами и использованием при решении задач горного производства.

Задачи дисциплины:

– объяснить необходимость знания физико-химических свойств полезных ископаемых для проектирования и ведения на их основе процессов добычи и переработки минерального сырья,

- рассмотреть области применения методов и способов физико-химической геотехнологии,
- определить зависимость геотехнологических методов от характеристики горной среды,
- обосновать базовый комплекс физико-технических свойств, необходимый и достаточный для информативного описания поведения породы как объекта горного производства,
- описать и классифицировать методы физико-химической геотехнологии, физические процессы,
- объяснить физические процессы, протекающие в горных породах при реализации процессов физико-химической геотехнологии,
- рассмотреть взаимосвязи физических свойств с горно-технологическими параметрами пород,
- дать методические основы экспериментального определения условий реализации физико-химической геотехнологии.

В результате освоения дисциплины студент должен **знать**:

- физические свойства горных пород, методы и средства их определения;
- физические явления и процессы в породных массивах;
- гидравлические свойства горного массива;
- о процессах сдвига и гидроразрыва;
- физико-геологические факторы залегания полезных ископаемых;
- требования методов ФХГ к физико-геологической среде;
- системы разработки скважинного подземного и подземного внутримассивного выщелачивания полезных ископаемых;
- технологические схемы добычи серы методом подземной выплавки
- методы подземного растворения солей.

Кроме этого, студент должен **уметь**:

- определить объекты приложения методов физико-химической геотехнологии;
- прогнозировать движение рабочих агентов и продуктивных растворов;
- определять варианты подготовки блока к выщелачиванию и параметры.

После освоения дисциплины студент также должен **владеть**:

- современными методами скважного и подземного выщелачивания полезных ископаемых;
- методами переработки продуктивных растворов;
- навыками сбора, анализа и использования информации, необходимой для принятия различных управленческих решений.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать:

- готовность с естественнонаучных позиций оценить строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК-4);
- владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр (ПК-2);
- владением основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов (ПК-3);
- способностью обосновывать решения по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала рудных месторождений полезных ископаемых (ПСК-2-4).

## **4. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «**Физико-химическая геотехнология**» является частью общепрофессионального цикла

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Геология», «Высшая математика», «Физика горных пород».

В свою очередь, дисциплина «**Физико-химическая геотехнология**» представляет собой методологическую базу для усвоения студентами содержания дисциплин «Управление качеством руды при добыче», «Системы разработки рудных месторождений», «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело».

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы или 72 часов. (из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интер-активной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
2	4	1	36	8	2	-	10	-	26	-	-	-
3	5	1	36	-	-	-	-	-	32	-	4	зачет
<b>Итого:</b>		<b>2</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>58</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>зачет</b>

**6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1	<i>Тема 1. Физико-химическая геотехнология - основные понятия и определения Физико-химическая геотехнология— раздел горной науки. Содержание физико-химической геотехнологии. Классификация методов физико-химической геотехнологии. Объекты приложения методов физико-химической геотехнологии. Главные условия применимости физико-химической геотехнологии. Продукты физико-химической геотехнологии. Методы переработки продуктивных растворов. Процессы сдвижения и гидроразрыва. Особенности методов физико-химической геотехнологии.</i>	1	-	-	1		5
2	<i>Тема 2. Особенности горно-геологических условий при реализации физико-химической геотехнология</i>	1	-	-	1		5

	Гидравлические свойства горного массива. Динамическая пористость горного массива. Коэффициент проницаемости и коэффициент фильтрации. Напорный градиент. Физико-геологические факторы залегания полезных ископаемых. Требования методов ФХГ к физико-геологической среде. Характеристика горной среды и способы её изучения. Паспорт добычной скважины. Геолого-технологическая карточка скважины. Физико-геологические факторы оказывающие существенное влияние на процессы добычи						
3	<u>Тема 3.</u> Скважинное выщелачивание полезных ископаемых Закачные, откачные и наблюдательные скважины. Системы разработки скважинного подземного выщелачивания: рядные, этажные, прямоугольные, ячеистые, барражные, комбинированные системы их возможности и особенности. Технология подачи растворителя (агрессивного раствора) и подъёма продуктивных растворов (рассолов) по скважинам	1	1	-	2		9
4	<u>Тема 4.</u> Подземное внутремассивное выщелачивание твердых полезных ископаемых Технология выщелачивания полезного ископаемого в подземных камерах и в зонах обрушения. Определение параметров дробления руды при подземном выщелачивании. Варианты подготовки блока к шахтному выщелачиванию. Выщелачивание урана из горнорудного массива. Процесс формирования продуктивных растворов. Технологическая схема организации выщелачивания замагазинированной руды. Три периода процесса выщелачивания. Шахтное выщелачивание блока в естественном залегании без дробления руды. Повышение эффективности шахтного выщелачивания урана из замагазинированной руды	1	-	-	1		5
5	<u>Тема 5.</u> Скважинная гидротехнология Общая технологическая схема скважинной гидротехнологии: технологическая схема, скважинный гидродобычный снаряд. Технологические схемы выемки. Варианты систем разработки. Конструкции добычных скважин. Физико-геологические условия разработки месторождений способами скважинной гидродобычи. Связь параметров скважинной гидротехнологии с физико-геологическими характеристиками массива. Физико-геологические факторы, влияющие на способ осуществления технологических операций скважинной гидродобычи	1	-	-	1		5
6	<u>Тема 6.</u> Подземное растворение солей Добыча солей методом подземного растворения: схема сооружения рассолопромысла. Методы подземного растворения солей: гидровруб, метод послойной выемки и заглубленной водоподачи. Методы контроля уровня нерастворителя: метод подбашмачного контроля, с помощью трубки и электроконтактного устройства, манометрический метод. Строительство и эксплуатация подземных резервуаров	1	-	-	1		5
7	<u>Тема 7.</u> Поземная выплавка серы Требования к горно-геологическим условиям залежи. Основные операции при реализации подземной выплавки серы. Технологическая схема добычи серы методом подземной выплавки. Принципиальная схема добычной скважины. Основные технологические показатели при подземной выплавке серы. Текущий, интегральный	1	-	-	1		5

	<i>и итоговый показатели объема добычи. Удельный расход теплоносителя. Коэффициент извлечения серы из недр. Схема расчета основных параметров предприятия подземной выплавки серы</i>						
8	<i>Тема 8. Подземная газификация углей. Основные стадии процесса подземной газификации углей. Физико-химические и горнотехнические закономерности газообразования. Реакционный канал и зональность процесса газообразования. Особенности подземной газификации. Закономерности кислородной и восстановительной зон. Поведение горного массива при подземной газификации. Участие влаги в процессе газификации. Экологические особенности подземной газификации. Комплексное использование газа при подземной газификации</i>	1	-	-	1		5
9	<i>Тема 9. Добыча жидкой руды. Гидроминеральное сырье. Месторождения промышленных подземных вод. Сбросные воды. Классификация гидроминерального сырья. Рассолы артезианских бассейнов. Техногенные воды. Основные технологические направления переработки добытых вод</i>	1	-	-	1		5
10	<i>Тема 10. Переработка продуктов физико-химической геотехнология. Продукты физико-химической геотехнологии. Пульпы скважинной гидродобычи. Рассолы. Переработка продуктивных растворов выщелачивания. Методы извлечения металлов из водных продуктивных и других растворов: химическое осаждение, электрохимическое осаждение, сгущение и фильтрование, коагуляция и флокуляция, способы концентрирование металлов, цементация металлов, гальванохимическое извлечение, сорбционные методы, биосорбционная флотация, жидкостная экстракция, флотационное извлечение</i>	1	1	-	1		9
	<b>Итого:</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>58</b>
	<b>Зачет</b>						

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Основная литература:**

1. Аренс, В.Ж. Физико-химическая геотехнология : учебное пособие / В.Ж. Аренс. - М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2001. - 662 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100026](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100026)
2. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых : учебное пособие / В.Ж. Аренс, Н.И. Бабичев, А.Д. Башкатов и др. - М. : Горная книга, 2011. - 296 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69810](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69810)

### **Дополнительная литература:**

1. Пучков, Л.А. Геотехнологические способы разработки месторождений : учебник для вузов / Л.А. Пучков, И.И. Шаровар, В.Г. Виткалов. - М. : Горная книга, 2006. - 319 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79187](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79187).

Порцевский, А.К. Выбор рациональной технологии добычи руд. Геомеханическая оценка состояния недр. Использование подземного пространства. Геоэкология / А.К. Порцевский. - М. : Московский государственный горный университет, 2003. - 768 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79397](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79397).

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия обеспечивающие тематические иллюстрации и аудиторная мебель (столы, стулья, доска аудиторная);

- помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

### **7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. MicrosoftWindows.
2. MicrosoftOffice / LibreOffice.

### **7.2. ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

### **7.3. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Электронная база данных Scopus.

### **7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**



1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>

2. Электронный справочник "Информо" для высших учебных заведений  
<http://www.informio.ru/>

#### **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

#### **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.