

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук

Принято на заседании
Объединенного ученого совета
ПФИЦ УрО РАН
Протокол № 7
«24» сентября 2019 г.

Утверждаю
Директор ПФИЦ УрО РАН
Чл.-корр. РАН А.А. Барях

«24» сентября 2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ОСВОЕНИЯ НЕДР»**

(наименование дисциплины по учебному плану)

Направление 21.06.01 - Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры	<u>Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)</u>
Квалификация выпускника:	<u>Исследователь. Преподаватель-исследователь</u>
Форма обучения:	<u>Очная</u>

Курс: 2 **Семестр(ы):** 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч

Виды контроля:

Экзамен **нет** Зачёт: **да** Курсовой проект: **нет** Курсовая работа: **нет**

Пермь 2019

Рабочая программа дисциплины «Актуальные проблемы геомеханического обеспечения освоения недр» разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. номер приказа «886» по направлению подготовки 21.06.01 «Геология разведка и разработка полезных ископаемых (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
- учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 21.06.01 «Геология разведка и разработка полезных ископаемых (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)», утверждённого «24» сентября 2019 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин:

1. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов.
2. Геомеханическое обеспечение освоения месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом.
3. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.
4. Методы прогнозирования и управления геомеханическими процессами.

Программами научно-исследовательской практики и научно-исследовательской деятельности аспирантов, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик:



к.т.н. зав. лаб. ФПОГ Паньков И.Л.

Общие положения

1. Наименование дисциплины

Актуальные проблемы геомеханического обеспечения освоения недр.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок 1 и относится к циклу дисциплин вариативной части профиля подготовки образовательной программы по направлению подготовки 21.06.01 «Геология разведка и разработка полезных ископаемых», направленности «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)». Дисциплина «Актуальные проблемы геомеханического обеспечения освоения недр» изучается на 4 семестре и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для аспиранта направления 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», направленности «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)». Дисциплина дополняет практически все последующие дисциплины, требующие от аспирантов владения знаниями и навыками организации своей самостоятельной работы при подготовке и оформлению научно-исследовательских работ и презентаций результатов проведенных исследований.

Цели освоения дисциплины: получение знаний о геомеханических процессах протекающих в массиве горных пород в зависимости при комплексном освоении недр Земли; ознакомление с методами оценки, прогноза, контроля и управления геомеханическими процессами в зонах влияния горных работ.

Задачи освоения дисциплины:

- изучить закономерностей геомеханических процессов от основных влияющих факторов;
- освоить методы управления геомеханическими процессами при освоении недр;
- изучить методики проведения прогноза и контроля за развитием деформационных процессов в массиве горных пород и на земной поверхности.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины «Актуальные проблемы геомеханического обеспечения освоения недр» обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

- **ПК-1** Способность осуществлять исследования структуры, свойств и состояния горных пород в лабораторных и натуральных условиях.
- **ПК-2** Способность прогнозировать устойчивость конструктивных элементов систем разработки и опасные динамические явления в массиве при ведении горных работ и в подземном строительстве.
- **ПК-3** Владение инструментальными и программными средствами реализации геологических, геофизических и маркшейдерских исследований массива горных пород и протекающих в нем природных и техногенных процессов различной

физической природы.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Уметь:

- выполнять теоретические и экспериментальные исследования физических процессов горного производства, анализировать и оформлять полученные результаты;
- определять степень влияния различных геомеханических процессов при освоении месторождений полезных ископаемых;
- осуществлять экспертизу проектных решений по добыче полезных ископаемых;
- применять компьютерное моделирование, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта, осуществлять технологическую, технико-экономическую и социально-экономическую оценку этих моделей.

Знать:

- основные проблемы геомеханического обеспечения современного горного производства и путей их решения;
- геомеханические процессы происходящие в массивах горных пород при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых;
- основные направления повышения безопасности и эффективности освоения месторождений твердых полезных ископаемых за счет учета геомеханических процессов;
- нормативные документы регламентирующие ведение горных работ в условиях влияния различных геомеханических факторов.

Владеть:

- научным, инженерным и организационным потенциалом для решения задач горного производства и реализации технологического регламента процессов добычи полезных ископаемых на основе знаний закономерностей геомеханических процессов;
- информацией и навыками создания моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, передовыми технологиями обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов;
- методиками расчета параметров основных геомеханических процессов при ведении горных работ.

3.1. Связь с предшествующими дисциплинами

Наличие у аспиранта знаний по теории и практике разработки месторождений в объеме освоенных дисциплин:

1. Методология науки и методы научных исследований.
2. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов.
3. Геомеханическое обеспечение освоения месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом.

4. Методы прогнозирования и управления геомеханическими процессами.

3.2. Связь с последующими дисциплинами

Знание и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы для освоения дисциплины «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» и сдаче кандидатского экзамена, а также при подготовке и написании диссертации по программе аспирантуры «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)».

4. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины

Таблица 1

Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)	
	Лекции	СР
1. Сдвигение горных пород	2	10
2. Процесс деформирования горных пород.	2	10
3. Геомеханическое обеспечение освоения месторождений на больших глубинах	2	12
4. Геомеханическое обеспечение месторождений с неизученным характером протекания геомеханических процессов.	2	14
5. Управления геомеханическими процессами.	4	14
6. Автоматизация геомеханического обеспечения.	2	14
7. Новые направления и прогрессивные приемы в геомеханическом обеспечении освоения недр	4	14
Зачет по вопросам лекционного курса	2	
Итого:	20	88
Всего по дисциплине	108	

Тематика лекционных занятий

Таблица 2

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов
1	1	Сдвигение горных пород. Сдвигение горных пород и земной поверхности при освоении недр. Общие сведения о процессии сдвигения. Факторы, влияющие на его развитие. Управление деформационными процессами.	2

	2	Процесс деформирования горных пород. Дискретный характер деформирования горных пород в зоне влияния горных работ. Природа возникновения сосредоточенных деформаций. Методики расчета. Особенности организации мониторинга.	2
	3	Геомеханическое обеспечение месторождений с неизученным характером протекания геомеханических процессов. Методика оценки массива горных пород. Структурные ослабления массива. Проведения лабораторных и натуральных испытаний, направленных на геомеханическую оценку состояния массива горных пород.	2
2	4	Управления геомеханическими процессами. Способы управления. Оценка состояния и контроль в процессе управления геомеханическими процессами на горных предприятиях.	4
	5	Геомеханическое обеспечение освоения месторождений. Геомеханическое обеспечение освоения месторождений полезных ископаемых на больших глубинах залегания. Закономерности развития геомеханических процессов. Методы проведения геомониторинга. Способы управления геомеханическими процессами.	2
3	6	Автоматизация геомеханического обеспечения. Комбинированные методы геоконтроля. Методики сбора и обработки данных инструментальных измерений.	2
	7	Новые направления и прогрессивные приемы в геомеханическом обеспечении освоения недр. Современные научные подходы к технологии комплексного геомеханического мониторинга. Стратегия развития геомеханического обеспечения горных работ. Использование спутниковых и лазерных технологий для проведения геомониторинга. Математическое и физическое моделирование геомеханических процессов.	4
		Итого:	18

5. Контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости в виде собеседований по теме лекции и итоговый контроль в форме устного зачета.

5.1. Образовательные технологии по дисциплине

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: использование электронного демонстрационного материала, лабораторного оборудования и установок по темам, требующим иллюстрации механизмов разделения минералов, работы установок;

использование стандартных компьютерных программ моделирования и расчета процессов и схем; активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос.

5.2 Примерные вопросы к зачету

1. Классификация геомеханических процессов при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.
2. Условия и факторы, определяющие деформационное поведение массива горных пород при подземной и комбинированной разработке месторождений.
3. Механизм деформации и разрушения карьерных откосов.
4. Методы оценки эффективности противодеформационных мероприятий.
5. Область и зоны сдвижения горных пород над и под очистными выработками.
6. Параметры процесса сдвижения горных пород и земной поверхности.
7. Наблюдения за сдвижением горных пород и земной поверхности.
8. Расчет величин сдвижений и деформаций горных пород и земной поверхности.
9. Характер проявления геомеханических процессов в горных выработках.
10. Организация геомеханического мониторинга по контролю за состоянием массива и происходящими в нем деформационными процессами.
11. Управление напряженным и газодинамическим состоянием массива.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

Таблица 3

№ п/п О	Автор	Наименование	Издательство	Год издания	Кол-во экзempl.
1	Баклашов И.В.	Геомеханика: учебник для вузов. В 2-х т. т.1. Основы геомеханики. - М.: МГГУ, 2004. - 208 с.	МГГУ	2004	7
2	Баклашов И.В.	Геомеханика: учебник для вузов. В 2-х т. т.2. Геомеханические процессы. - М.: МГГУ, 2004. - 249 с.	МГГУ	2004	9
3	Барях А.А. Асанов В.А. Паньков И.Л.	Физико-механические свойства соляных пород Верхнекамского калийного месторождения: учеб. пособие. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. - 199 с.	Изд-во ПГТУ	2008	11

5.2 Дополнительная литература

4	Шкуратник В.Л.	Измерения в физическом эксперименте: учебник для вузов. – М.: Академия горн. наук, 2000. – 256 с.	Академия горн. наук	2000	6
---	----------------	---	---------------------	------	---

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 7

Наименование специальных помещений для работы аспирантов	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Лекционная ауд. – 402 каб. 614007, Пермь, Сибирская 78-а	Доска маркерная 1 шт.; монитор для видеопрезентаций и видеоконференций, настенный экран, ПЭВМ с выходом в интернет.
Аудитория для практик – каб. 1, лаборатория ФПОГ, 614007, Пермь, Сибирская 78-а.	Комплект оборудования для исследования реологических свойств горных пород, оборудование для одноостного нагружения горных пород, Барометр DPI 740, Анемометр АПР-2, Установка алмазного бурения ДД130, Система мониторинга напряжений и деформаций в массиве горных пород SisGeo, 15 канальный счетчик частиц «IAQcheck-8» 15 Chanel Dust-Spectrometer, система определения физико-механических свойств горных пород в шахтных условиях; Приемник геодезической спутниковой аппаратуры Trimble R8/5800 GNSS; Микроскоп Axioskop 40, Источник продольных волн- AWG AE MODEL 80/100 – 2 шт., Импульсный источник упругих колебаний, Сейсмоакустический регистратор «IS-128», аппаратно-программный обрабатывающий комплекс «Focus» (Paradigm Geophysical B.V. (США)) – 1 рабочее место, Система мониторинга напряжений и деформаций в массиве горных пород SisGeo, 15 канальный счетчик частиц «IAQcheck-8» 15 Chanel Dust-Spectrometer, Система GPS Trimble 4700 (2 шт) и Trimble 5700 (2 шт), Электронные тахеометры Trimble 3305 (4 шт), Газоанализатор Escorprobe-5, Хромато-масс-спектрометрическая система Agilent 5973N (производство фирмы «INTERLAB Inc.», США), Анализатор углерода и азота в воде multi N/C 2100 (производство фирмы «Analytikjena», Австрия), Сканер Trimble GX, Тепловизор SC640, Анемометр «ЛАД-056», Хроматограф GC-2014ATTF, Счетчик аэроионов Сапфир-3м, Лазерный оптический пылемер серии 1.108, Мобильные сейсмометрические станции SAQS (3 шт.), сканирующий электронный микроскоп VEGA 3LMH, для исследования морфологии и состава объектов размером от 150 мм до первых микрон; электроразведочная аппаратура АМС ИМ2470; регистрирующий модуль Tellus 3 channels (3 шт.) для исследований сейсмичности; Тахеометр Торсор GPT-3107N «Сибирь» для геодезических наблюдений, портативный барометр прецизионный DPI740 (2 шт.) для измерения давления в шахтах, установка для измерения магнитного поля Земли (цезиевый

	портативный магнитометр G-859SX с встроенной системой GPS (США); установка многоканальной регистрации и измерения в реальном времени параметров акустической эмиссии AMSY-6; система определения физико-механических свойств горных пород в шахтных условиях; система сейсмологического мониторинга; интерактивный дисплей; комплект аудио-видео протоколирования; Стереомикроскоп Leica MZ16, Поляризационный микроскоп проходящего и отраженного света Axioskop 40 Pol (Carl Zeiss), Настольный рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный анализатор X-Supreme8000.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Каб. 3, лаборатория ФПОГ, Пермь, Сибирская 78а	Специализированная мебель и технические средства для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.
Помещение для самостоятельной работы	Библиотека «ГИ УрО РАН», лаборатории Горного института ФПОГ (каб. 4), АТ (каб. 222), рабочие места оборудованы компьютерами с выходом в Интернет

Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Номер договора на покупку лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	RadExPro Plus	180530-1 от 18.06.2018	Моделирование геофизических процессов
2	Практическое	ZondRes	337.04/2019/74 от 15.11.2019	Моделирование геофизических процессов
3	Практическое	ЭС «Охрана труда»	3 431 от 24.01.02019	Анализ решений для специалистов по охране труда
4	Практическое	Kaspersky total security	A0019369661 от 14.08.2019	Безопасность данных
5	Практическое, Лекционное	Office Standard 2013 Russian OLP NL Academic Edition	93/14 от 16.12.2014	Работа с текстовыми документами, презентациями и таблицами

Перечень электронных информационно-образовательных ресурсов

1. Библиографическая и реферативная база данных международных индексов научного цитирования Web of Science; <http://webofknowledge.com>

2. Библиографическая и реферативная база данных международных индексов научного цитирования Scopus; <http://scopus.com>
3. Электронные ресурсы издательства Springer. <http://springer.com>
4. Научная электронная библиотека eLibrary.ru. <http://elibrary.ru>
5. Национальная электронная библиотека (НЭБ). <http://нэб.рф>
6. Центральная научная библиотека Уральского отделения Российской академии наук (ЦНБ УрО РАН) . <http://cnb.uran.ru>
7. ГКБУ «Пермская государственная ордена «Знак Почета» краевая универсальная библиотека им. А.М. Горького». <http://gorkilib.ru>.

Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс. <http://consultant.ru>

Оценочные средства

Приведены в отдельном документе «Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Актуальные проблемы геомеханического обеспечения освоения недр», утвержденном 24 сентября 2019 г.

