

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

**«ГЕОМЕХАНИКА, РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД, РУДНИЧНАЯ
АЭРОГАЗОДИНАМИКА И ГОРНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»**
(наименование дисциплины по учебному плану)

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

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

Курс: 4 **Семестр(ы):** 7

Трудоёмкость:

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

Виды контроля:

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

Пермь 2019

Рабочая программа дисциплины «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» 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», 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. Актуальные проблемы геомеханического обеспечения освоения недр.
4. Методы прогнозирования и управления геомеханическими процессами.

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

Разработчики:



к.т.н. зав. лаб. ФПОГ Паньков И.Л.



д.т.н., зав сект. ММиИТ Зайцев А.В.

Общие положения

1. Наименование дисциплины

Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок 1, относится к циклу обязательных дисциплин вариативной части профиля подготовки образовательной программы по направлению подготовки 21.06.01 «Геология разведка и разработка полезных ископаемых, направленность «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика (25.00.20)».

Цель изучения дисциплины: формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний истоков и закономерностей формирования и развития геомеханических процессов и явлений в различных сферах недропользования, способствующих подготовке диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Задачи дисциплины в области геомеханики:

- сформировать у аспиранта представление об истоках и закономерностях развития геомеханических процессов в различных сферах недропользования, в том числе при открытом и подземном способах разработки месторождений твердых полезных ископаемых, углеводородов, а также перемещении их к потребителю с учетом горно-геологических условий залегания месторождений;
- познакомить с тенденциями развития теории и практики геомеханики на мировом уровне;
- обозначить проблемы геомеханики, которые необходимо решать в ближайшей перспективе;
- научить аспиранта принятию конкретных технических решений в области подземной геотехнологии на основании полученных знаний.

Задачи дисциплины в области разрушения горных пород:

- сформировать у аспиранта современное представление о процессах разрушения горных пород при различных геотехнологиях недропользования как разделе горной науки, изучающей горно-геологические условия залегания месторождений, планирование и проектирование горных работ;
- информировать о приоритетных направлениях науки, техники и технологии в области разрушения горных пород при разработке месторождений полезных ископаемых;

- познакомить с принципами создания ресурсосберегающих технологий разрушения горных пород при разработке месторождений;
- сформировать практические навыки принятия конкретных научно-технических решений, способствующих повышению эффективности разработки месторождений полезных ископаемых.

Задачи дисциплины в области рудничной аэрогазодинамики:

- изучить основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере;
- -ознакомить с режимами движения воздуха в шахтах и природой аэродинамических сопротивлений элементов шахтной вентиляции;
- овладеть методами и средствами проветривания карьеров.

Задачи дисциплины в области горной теплофизики:

- изучить основы термодинамики горных пород, термодинамических параметров земной коры, теплового режима в подземных выработках;
- ознакомить с режимами промерзания, оттаивания и термического разрушения горных пород;
- овладеть скважинными геотехнологиями добычи полезных ископаемых на основе теплофизики термическими процессами подготовки сырья.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» у 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;
- моделировать на ЭВМ геомеханические и аэрогазодинамические процессы при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых;
- проводить лабораторное моделирование геомеханических, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики;
- выполнять анализ и типизацию горно-геологических условий месторождений полезных ископаемых;
- решать задачи о деформации и разрушении горных пород при освоении месторождений полезных ископаемых;
- прогнозировать горно-геологические явления и процессы;
- разрабатывать технические решения в области рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики с учетом знаний современной приборной базы и программно-вычислительных комплексов;
- анализировать проектные решения на основе действующих нормативных документов;
- рассчитывать параметры замораживания при формировании ледопородных ограждений;
- обосновывать методы прогнозирования и предупреждения геодинамических процессов.

Знать:

- основные тенденции развития теоретических и экспериментальных исследований в области геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;
- методы исследования и решения задач геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики;
- геомеханические процессы, происходящие в массивах горных пород при подземной, открытой и открыто подземной разработке полезных ископаемых;
- физическую сущность и параметры разрушения разрабатываемых горных пород и перемещения горной массы;
- основные законы аэродинамики применительно к рудничной атмосфере;
- геомеханику и природу опасных по динамическим явлениям для разработки методов прогнозирования и предупреждения геодинамических явлений при разработке месторождений полезных ископаемых;
- газодинамические процессы в шахтах (рудниках) и их характеристики;
- основные законы термодинамики и требования к тепловому режиму в горных выработках;
- 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 технического регламента процессов добычи и переработки полезных ископаемых на основе знания их физической сущности;
- навыками применения закономерностей изменения геомеханических процессов, происходящих в разрабатываемых массивах горных пород и напряженно-деформированном состоянии вокруг горных выработок, аэрогазодинамических процессов, процессов горной теплофизики в процессе отработок полезных ископаемых;
- навыками работы экспериментального определения эксплуатационных материалов и методами оценки поведения материалов под воздействием на них различных эксплуатационных факторов;
- методами контроля за напряженно-деформированным состоянием массива горных пород в области влияния горных работ;
- навыками расчета параметров разрушения горных пород с целью рационального освоения георесурсного потенциала недр;
- методологией прогнозирования, управления и предупреждения геодинамических процессов;
- методами и средствами контроля состава рудничной атмосферы;
- методами и средствами выбора способов нормализации температуры рудничного воздуха.

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. Актуальные проблемы геомеханического обеспечения освоения недр.
5. Методы прогнозирования и управления геомеханическими процессами.

3.2. Связь с последующими дисциплинами

Знание и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы 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

4.1 Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час
Аудиторные занятия, в том числе:	36
Лекционные занятия (ЛЗ)	18
Семинары (С)	6
Исследовательские лабораторные работы (ИЛР)	9
Самостоятельная работа (СР)	72
Итоговый контроль – кандидатский экзамен	3
Всего:	108

4.2 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 2

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов
1	1	Основные представления о геомеханике как науке о механических процессах и явлениях в земной коре	2
	2	Понятия о массивах горных пород	2
	3	Начальные поля напряжений в массивах горных пород	2
2	4	Современные представления о разрушении горных пород взрывом	2
	5	Разрушение горных пород при бурении шпуров, скважин и комбайновой проходке горных выработок	2
	6	Разрушение целиков в шахтах	2
3	7	Рудничная атмосфера: физические и химические свойства газов; Основные законы аэростатики и аэродинамики применительно к рудничной атмосфере	2
	8	Вентиляция шахт и рудников	2
	9	Аэрогазодинамические явления в шахтах и рудниках	2
		Итого:	18

Тематика семинарских занятий

Таблица 3

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
1	1	Особенности деформирования и разрушения горных пород при добыче полезных ископаемых	2
2	2	Природа и выделение зон газодинамических явлений	2
3	3	Состав атмосферы рудников и предъявляемые к нему требования	2
		Итого:	6

Тематика исследовательских лабораторных занятий

Таблица 4

п/п	Раздел дисциплины	Количество часов
1	Геомеханика	3
2	Разрушение горных пород	3
3	Рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика	3
	Итого:	9

5. Контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и итоговый контроль в форме кандидатского экзамена.

5.1 Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 5

Вид контрольного мероприятия	Наименование
Устный опрос	Текущий контроль
кандидатский экзамен	Итоговый контроль

5.2. Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением **традиционных технологий** по видам работ (лекционные занятия, исследовательские лабораторные работы, текущий контроль) по расписанию с использованием электронных учебных, методических и контролирующих пособий. Обучающийся имеет возможность воспользоваться в лаборатории учебными коллекциями минералов, горных пород и полезных ископаемых, поляризационными петрографическими микроскопами, оборудованием для определения показателей физико-механических и прочностных свойств горных пород (компрессионными и сдвиговыми приборами, стабилόμεтрами) и т.д.

При изложении лекционного материала используются мультимедийные иллюстративные материалы, на практических занятиях проводится разбор ситуаций (аварий и катастроф на горных предприятиях).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

Таблица 6

№ п/п О	Автор	Наименование	Издательство	Год издания	Кол-во экземпляров
1.	Андрейко С.С.	Газодинамические явления в калийных рудниках: методы прогнозирования и способы предотвращения: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во. ПГТУ, 2007. – 208 с.	Изд-во ПГТУ	2007	9
2.	Андрейко С.С.	Механизм образования очагов газодинамических явлений в соляном породном массиве. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008. – 196 с.	Изд-во ПГТУ	2008	14
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	8
4.	Мохирев Н.Н., Радько В.В.	Инженерные расчеты вентиляции шахт. Учебник для студентов горных специальностей вузов М.: Недра 2007, 324 с.	Изд-во Недра	2007	8

6.2 Дополнительная литература

5.	А.Н. Земсков, П.И. Кондрашев, Л.Г. Травникова	Природные газы калийных месторождений и меры борьбы с ними. - Пермь: ИД "Тип. Купца Тарасова", 2008. – 414 с.: ил., табл. 94.	ИД "Тип. Купца Тарасова"	2008	5
----	---	---	--------------------------	------	---

6.3. Литература национальной электронной библиотеки

1. Геомеханика. Учебник для вузов. Том 1. Основы геомеханики / Баклашов И. В.. Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2005 г., 208 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002492846/
2. Геомеханика. Учебник для вузов. Том 2. Геомеханические процессы/ Баклашов И. В., Борисов В.Н., Картозия Б.А., Шашенко А.Н. Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2004 г., 249 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002492843/
3. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. Гидромеханизированные и подводные горные работы / Ялтанец И. М. М. : Изд-во

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 геоэкологии горнопромышленных регионов, 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 Escoprobe-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-2014АТТФ, 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 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», утвержденном 24 сентября 2019 г.

