

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**

**«ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ И ПОДЗЕМНЫМ  
СПОСОБОМ»**

*(наименование дисциплины по учебному плану)*

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

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

**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 «Геомеханическое обеспечение освоения месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом» 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. Методы прогнозирования и управления геомеханическими процессами.
3. Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.
4. Актуальные проблемы геомеханического обеспечения освоения недр.

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**

Геомеханическое обеспечение освоения месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в Блок 1 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 «Геомеханическое обеспечение освоения месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом» изучается на 2 курсе (2 семестр) и является одной из дисциплин, формирующей 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 является теоретической, существенно расширяет знания и навыки в области исследований геомеханики и позволяет оценивать значение месторождения полезного ископаемого для горнодобывающей промышленности страны и влияние горногеологических факторов на условия его эксплуатации. Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: математика, физика, химия, основы горного дела; геометрия недр, проектирование горных предприятий и др. специальные дисциплины, проблемы горной науки и производства.

**Цель освоения дисциплины:** изучение геомеханического обеспечения технологий разработки месторождений полезных ископаемых, а также методов оценки, прогноза, контроля и управления геомеханическими процессами при различных технологиях разработки месторождений полезных ископаемых; ознакомление с особенностями технологий освоения месторождений полезных ископаемых различными методами.

#### **Задачи освоения дисциплины:**

- изучить классификации геомеханических процессов при различных технологиях разработки месторождений полезных ископаемых;
- выявить факторы, влияющих на процесс сдвижения горных пород;
- освоить методы прогноза деформационных процессов при разработке месторождений полезных ископаемых;
- овладеть методами управления деформационными процессами, связанными с изменением схемы вскрытия, системы разработки и режима горных работ;
- изучить организацию геомеханического мониторинга по контролю за состоянием массива и происходящими в нем деформационными процессами.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины «Геомеханическое обеспечение освоения месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом» 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:

#### **Знать:**

- базовые методы организации и постановки научных экспериментов и основы научно-исследовательской деятельности;
- средства определения механических свойств горных пород и массивов в натуральных и лабораторных условиях;
- математический аппарат при проведении научных исследований и обработке результатов исследований;
- методы расчета геомеханических процессов;
- основные способы моделирования свойств горного массива.

#### **Уметь:**

- выполнять теоретические и экспериментальные исследования физических процессов горного производства, анализировать и оформлять полученные результаты;
- пользоваться приборами и оборудованием, выбирать материалы для постановки научных экспериментов, делать выводы и обосновывать принятые решения;
- формировать типовые модели горного массива с использованием специализированного программного обеспечения в области проводимых исследований;
- совершенствовать методики исследования геомеханических процессов как в лабораторных, так и в натуральных условиях.

#### **Владеть:**

- методами определения механических свойств и параметров деформирования породного массива в лабораторных условиях и по результатам натуральных измерений;
- навыками создания моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, знаниями методов обработки массивов исходных данных;
- навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения;

- математическим аппаратом при проведении научных исследований и обработки результатов исследований.

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

### 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	практич занятия	СРС	итого
1. Введение	2	-	4	
2. Оценка состояния массива горных пород	4	-	16	
3. Прогноз деформационных процессов при разработке месторождений полезных ископаемых	4	4	16	
4. Методы управления деформационными процессами.	4	6	16	
5. Геомеханический мониторинг при разработке месторождений полезных ископаемых	4	8	18	
Зачет по вопросам курса	2			
Итого:	20	18	70	108

## **Содержание лекций**

**Тема 1.** Введение. Классификации геомеханических процессов при различных технологиях разработки месторождений. Факторы, влияющие на процесс сдвижения горных пород. Главные промышленные типы месторождений и геомеханические особенности их природной геологической среды. Факторы, влияющие на технологию освоения.

**Тема 2.** Оценка состояния массива горных пород. Проявление геомеханических процессов в горных выработках. Особенности деформирования горных пород при различных технологиях разработки месторождений.

**Тема 3.** Прогноз деформационных процессов при разработке месторождений полезных ископаемых. Параметры процесса сдвижения массива горных пород. Расчет деформаций горных пород и земной поверхности. Влияние региональной позиции объекта эксплуатации на принятие решений на стадии проектирования предприятия (позиция в региональных тектонических структурах, современный геодинамический режим района). Учет местных геолого-структурных условий и позиции объекта эксплуатации относительно активных элементов современного этапа развития для повышения эффективности прогноза.

**Тема 4.** Методы управления деформационными процессами. Управление состоянием массива горных пород. Управление горным давлением при освоении месторождений полезных ископаемых.

**Тема 5.** Геомеханический мониторинг при разработке месторождений полезных ископаемых. Организация геомониторинга при разработке месторождений полезных ископаемых. А. Сбор и обработка данных наблюдений производителем работ за проявлениями геодинамических процессов на забое и в горных выработках. Б. Организация инструментальных наблюдений на предприятиях опасных по горным ударам.

### **4.2. Перечень тем практических работ (18 ч)**

1. Расчет деформаций массива горных пород при заданной технологии освоения месторождения (4 часа).

2. Расчет параметров устойчивости карьерных откосов (6 часов).

3. Составление проекта геомеханического мониторинга при разработке месторождения полезных ископаемых (8 часов).

## **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 комбинированной разработке месторождений.
3. Виды деформаций карьерных откосов и отвалов.
4. Расчет параметров устойчивых уступов и бортов карьеров.
5. Механизм деформации и разрушения карьерных откосов
6. Классификация методов расчета устойчивости карьерных откосов.
7. Расчет устойчивости карьерных откосов.
8. Наблюдения за деформациями карьерных откосов.
9. Управление состоянием карьерных откосов.
10. Классификация способов укрепления горных пород и условия их применения.
11. Методы оценки эффективности противодеформационных мероприятий
12. Область и зоны сдвижения горных пород над и под очистными выработками.
13. Параметры процесса сдвижения горных пород и земной поверхности.
14. Наблюдения за сдвижением горных пород и земной поверхности.
15. Расчет величин сдвижений и деформаций горных пород и земной поверхности.
16. Характер проявления геомеханических процессов в горных выработках.
17. Основные методы определения размеров устойчивых целиков и обнажений пород в очистных выработках.
18. Организация геомеханического мониторинга по контролю за состоянием массива и происходящими в нем деформационными процессами.
19. Динамические и газодинамические явления в массивах пород под влиянием горных работ.
20. Управление напряженным и газодинамическим состоянием массива.
21. Инструктивные и нормативные документы, регламентирующие наблюдения за геомеханическими процессами, охрану зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок

## 6. Учебно-методические материалы по дисциплине

### 6.1. Основная литература

Таблица 2

№ п/п О	Автор	Наименование	Издательство	Год издани я	Кол-во экземп л.
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

Таблица 3

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

### 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/](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/](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 МГГУ «Мир горной книги». 2006. 220 стр. [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_002894109/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002894109/)

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 4

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	Комплект оборудования для исследования реологических свойств горных пород, оборудование для одноостного нагружения горных пород, Барометр DPI 740,



<p>геоэкологии горнопромышленных регионов, 614007, Пермь, Сибирская 78-а.</p>	<p>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 Ecosprobe-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 Topcon 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</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Каб. 3, лаборатория ФПОГ, Пермь, Сибирская 78а</p>	<p>Специализированная мебель и технические средства для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.</p>
<p>Помещение для</p>	<p>Библиотека «ГИ УрО РАН», лаборатории Горного института</p>

самостоятельной работы	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 «Геомеханическое обеспечение освоения месторождений полезных ископаемых открытым и подземным способом», утвержденном 24 сентября 2019 г.

