Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра открытых горных работ и электромеханики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института горного
дела и геосистем
_____ Ю.Е. Прошунин
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геомеханическое обеспечение открытых горных работ

21.05.04 «Горное дело»
(направленность (профиль): «Открытые горные работы»)

Квалификация выпускника
Горный инженер (специалист)

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 5 лет 6 месяцев

Год начала подготовки 2024

Новокузнецк
2024

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 94e356eb7dea621ec31c9887d64ac2e48e79db94
Владелец: Директор ИГДиГ Прошунин Юрий Евгеньевич
Действителен: с 27 февраля 2023 г. по 22 мая 2024 г.
Дата и время: 07-05-2024 13:35:25 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– усвоение основ физических процессов, происходящих в массивах горных пород при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, и формирование навыков самостоятельного выбора рациональных параметров технологии, обеспечивающей безопасное ведение горных работ при проведении и эксплуатации подземных горных выработок на основе всестороннего анализа геомеханических и горнотехнических условий разработки месторождений;
– усвоение основных закономерностей развития геомеханических процессов в массивах горных пород до и после начала ведения горных работ.

Задачами учебной дисциплины являются:

– дать знания о роли и приоритетах отечественной науки в области геомеханики при подземных горных работах;
– изучить механические свойства массива горных пород и основные природные факторы, влияющие на них;
– знать естественное напряженное состояние массивов горных пород и изменение его при проведении подземных горных выработок;
– изучить виды деформаций и нарушений устойчивости пород кровли и боков горных выработок массивов горных пород;
– изучить теоретические основы описания геомеханических процессов и расчета устойчивости пород кровли;
– изучить современные методы контроля и прогноза состояния массивов горных пород при ведении горных работ подземным способом.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Математика;
– Общая геология;
– Геотехнология открытая;
– Геотехнология подземная (пластовые месторождения).

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Физика горных пород;
– Научно-исследовательская работа.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ПК | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ПК-1: Способен самостоятельно осуществлять работы по проектированию, согласованию и утверждению в установленном порядке технической документации при строительстве карьеров | ПК-1.2 Производит согласование и утверждение результатов проектирования на соответствие требованиям действующих норм и стандартов | – знать: основы законодательства в области недропользования, обеспечения пожарной и промышленной безопасности и экологии, методы оценки экологических и геомеханических факторов при эксплуатационной разведке, выборе мест размещения опасных объектов, способов и средств разрушения горных пород в массиве, требования промышленной и экологической безопасности, охраны труда.<br>– уметь: применять компьютерные программы для расчетов геомеханических параметров горных массивов при управлении состояния массива горных пород, проектирования предприятий по открытой добыче полезных ископаемых. |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | | ***ИТОГО*** | ***7 семестр*** |
|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *зачет* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***108*** | *108* |
| | *зачетных единиц* | ***3*** | *3* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***16*** | *16* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***16*** | *16* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***67*** | *67* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***9*** | *9* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Исторические этапы развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения. (Исторические этапы развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения. Смежные направления научных исследований. Классификация горных пород.);

Раздел 2 Механические свойства горных пород и методы их определения (Механические свойства горных пород: плотностные, прочностные, деформационные, акустические, реологические. Реальная и теоретическая прочность горных пород. Деформируемость и прочность породных массивов и их образцов. Коэффициент структурного ослабления массива. Испытания образцов горных пород в условиях сжатия, растяжения и объемного напряженного состояния. Коэффициенты внутреннего и внешнего трения, величина начального сопротивления сдвигу, объемная плотность горных пород. Коэффициент

распределительной способности сыпучей среды. Методы определения. Функциональная зависимость основных физико-механических характеристик горных пород от основных технологических параметров: влажности, уплотняющего давления, температуры в диапазоне, характерном для конкретной практики.);

Раздел 3 Естественное поле напряжений массива горных пород и его природа. Геомеханическиея модели сплошной и дискретной сред. Основные критерии прочности горных пород. (Естественное поле напряжений массива горных пород. Природа полей напряжений породного массива земной коры. Действующие постоянно, повсеместно и действующие временно, локально факторы, влияющие на формирование естественного поля напряжений массива горных пород. Геомеханическая модель сплошной среды: упругая, пластическая, упруго-пластическая, вязкая. Модель дискретной зернистой среды для породного массива. Основные критерии прочности горных пород. Полный тензор естественных напряжений в породном массиве. Плоская и осесимметричная задачи. Методы расчета распределения напряжений в неподвижном слое горных пород. Формула Янсена и пути ее совершенствования. Метод плоских сечений. Методы предельного напряженного состояния. Плоская и осесимметричная задачи. Учет влияния подстилающего массив материала основания и подпорных стенок. Перераспределение напряжений в слое горных пород. Расчет размеров и формы выпускного канала. Математическая модель выпуска материала из массива горной породы. Экспериментальная проверка полученной модели. Форма динамического свода над выпускным отверстием. Вероятностная природа процесса сводообразования при выпуске горной породы.);

Раздел 4 Основные положения теории подобия. Математическое и физическое моделирование. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в натурных условиях. (Методологические основы применения геомеханических моделей. Основные положения теории подобия. Математическое моделирование. Физическое моделирование геомеханических процессов в лабораторных условиях: метод эквивалентных материалов, поляризационно-оптический метод, метод центробежного моделирования. Численные методы в геомеханике. Метод конечных элементов. Метод граничных элементов. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в натурных условиях. Методы изучения породного массива по поведению горного массива в процессе проведения выработок: визуальная оценка напряжений, определение напряжений по толщине дисков керна, оценка напряжений по выходу буровой мелочи. Методы изучения породного массива по деформациям горных пород: измерение перемещений в окрестности горных выработок, определение напряжений по деформациям диаметра скважин Определение

напряжений по усилию вдавливания индентора в торец или стенку скважины. Определение напряжений методом разгрузки.);

Раздел 5 Динамические проявления горного давления. Горные удары. Внезапные выбросы пород и газа. Газы угольных месторождений. (Динамические проявления горного давления в массивах горных пород. Горные удары, исторические аспекты. Необходимые и достаточные условия возникновения горного удара. Основные стадии горного удара. Механизм осуществления и баланс энергии горного удара. Склонные к горным ударам и опасные по горным ударам месторождения полезных ископаемых. Формы проявления горных ударов. Классификация комитета по энергетике Европейской экономической комиссией подразделяющая динамические явления по энергетическому балансу на горные удары, выбросы газа и горно-тектонические явления. Классификация горных ударов по энергетическому признаку – количеству сейсмической энергии, выделяющейся при ударе. Научный прогноз вероятности горных ударов. Внезапные выбросы пород и газа. Газы угольных месторождений: воздушные газы и газы метаморфизма угля. Метан и метаноносность угольных пластов. Обыкновенное, суфлярное и внезапное газовыделение в горную выработку. Виды внезапного газовыделения. Природа, механизм и баланс энергии внезапных выбросов угля и газа. Классификация угольных пластов по степени опасности внезапных выбросов угля и газа. Способы предупреждения горных ударов и внезапных выбросов пород и газа.);

Раздел 6 Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием горных разработок (Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок. Исторические аспекты изучения процесса сдвижения. Формы проявления процесса сдвижения горных пород. Мульда сдвижения и область сдвижения горных пород. Зоны и области сдвижения пород. Опорное горное давление. Ложная и непосредственная кровля. Сдвижение горных пород при подземной разработке месторождений.);

Раздел 7 ГГеомеханические процессы в массивах пород при открытых и подземных горных разработках (Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Причины нарушения устойчивости горнотехнических сооружений. Виды деформаций бортов и откосов выработок. Расчет устойчивости откосов карьеров и отвалов. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями. Устойчивость породных обнажений. Формирование нагрузки на крепь выработок от локальных обрушений и при сплошном сводообразовании, в условиях совместного деформирования крепи и массива. Геомеханическое обоснование параметров крепления горных выработок и определение параметров

различных видов крепи. Определение нагрузки на крепь горных выработок);

Тема 7.1 Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках (Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Разгрузка днища и бортов карьера при ведении открытых горных работ. Факторы, влияющие на развитие геомеханических процессов в бортах выработок. Причины нарушения устойчивости горнотехнических сооружений. Виды деформаций бортов и откосов выработок: оползание, оползень, обрушение, осыпание, осыпь, просадки, оплывины, промоины. Расчет устойчивости откосов карьеров и отвалов методами типовыми методами круглоцилиндрической поверхности скольжения и многоугольника сил. Расчет устойчивости карьерных откосов в различных геологических условиях. Горно-технологические решения по формированию бортов карьеров, отвальных насыпей, и методы их упрочнения. Гермеханический контроль бортовых и отвальных (насыпных и намывных) массивов);

Тема 7.2 Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями (Геомеханические процессы в массивах пород вокруг горных выработок. Геомеханические процессы допредельного и запредельного деформирования вокруг протяженных капитальных горных выработок и подземных сооружений. Геомеханические процессы деформирования и разрушения в окрестности забоя и сопряжений горных выработок. Геомеханические процессы допредельного и запредельного деформирования вокруг капитальных горных выработок и подземных сооружений камерного типа. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями. Устойчивость породных обнажений. Формирование нагрузки на крепь выработок от локальных обрушений и при сплошном сводообразовании. Формирование нагрузки на крепь в условиях совместного деформирования крепи и массива. Оценка устойчивости незакрепленных горных выработок. Определение допустимого пролета незакрепленных горных выработок и допустимого расстояния между двумя параллельными выработками. Предотвращение пучения почвы взрывной разгрузкой пород с последующим их упрочнением. Геомеханическое обоснование параметров крепления горных выработок и определение параметров различных видов крепи. Определение нагрузки на крепь. Измерение нагрузки на крепь горных выработок).

## 5 Перечень тем лекций

| № раздела / темы дисциплины | Темы лекций | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме |

| | | | практической подготовки |
|---|---|---|---|
| Раздел 1. | Исторические этапы развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения | 2 | |
| Раздел 2. | Механические свойства горных пород и методы их определения | 2 | |
| Раздел 3. | Естественное поле напряжений массива горных пород и его природа. Геомеханическиея модели сплошной и дискретной сред. Основные критерии прочности горных пород | 2 | |
| Раздел 4. | Основные положения теории подобия. Математическое и физическое моделирование. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в натурных условиях | 4 | |
| Раздел 5. | Динамические проявления горного давления. Горные удары. Внезапные выбросы пород и газа. Газы угольных месторождений | 2 | |
| Раздел 6. | Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок | 2 | |
| Раздел 7. | Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями | 2 | |
| **Итого:** | | **16** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| № раздела / темы дисциплины | Темы практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 2. | Графический и аналитический методы расчета касательных и нормальных напряжений на произвольной площадке | 2 | |
| Раздел 3. | Построение паспорта прочности горной породы по методу кругов Мора | 2 | |
| Раздел 4. | Исследование поля напряжений в неподвижном слое углесодержащего материала, ограниченного вертикальными подпорными стенками | 4 | |
| Раздел 5. | Оценка удароопасности при ведении горных работ вблизи геологических нарушений | 4 | |
| Раздел 6. | Методы определения напряжений в горных массивах | 2 | |
| Раздел 7. | Расчет устойчивости борта карьера | 2 | |
| **Итого:** | | **16** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| № раздела / темы дисциплины | Темы лабораторных работ | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| № раздела / темы дисциплины | Темы курсовых работ (проектов) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 9 Виды самостоятельной работы

| № раздела / темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | 1. Изучение лекционного материала. | 4 | |
| Раздел 2. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию. | 8 | |
| Раздел 3. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию. | 8 | |
| Раздел 4. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию. | 8 | |
| Раздел 5. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию. | 8 | |
| Раздел 6. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию. | 8 | |
| Раздел 7. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию. | 8 | |
| Тема 7.1. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию. | 8 | |
| Тема 7.2. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию. | 7 | |
| *Контроль* | *Подготовка к зачёту* | 9 | |
| **Итого:** | | **76** | **0** |

## 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### а) литература:

1 Баклашов, И. В. Геомеханика : учебник для вузов : в 2 т. Т. 1 : Основы геомеханики / И. В. Баклашов. – Москва : МГГУ, 2004. – 208 с. : ил. – (Высшее горное образование);

2 Геомеханика : учебник для вузов : в 2 т. Т. 2 : Геомеханические процессы / И. В. Баклашов, Б. А. Картозия А. Н. Шарошенко, В. Н.

Борисов. – Москва : МГГУ, 2004. – 249 с. : ил. – (Высшее горное образование);

3 Певзнер, М. Е. Геомеханика : учебник / Певзнер М. Е., Иофис М. А., Попов В. Н. – Москва : Горная книга, 2008. с. – ISBN 978-5-7418-0528-2. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741805282.html (дата обращения: 06.05.2024);

4 Боровков, Ю. А. Геомеханика : учебник / Ю. А. Боровков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-4124-2. – URL: https://e.lanbook.com/book/133896 (дата обращения: 06.05.2024).

**б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 – ]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– AutoCAD;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– ProjectLibre;
– Р7-Офис;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Составитель(и):

профессор Прошунин Юрий Евгеньевич (кафедра открытых горных работ и электромеханики).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры. Протокол 9 от 19.03.2024г.

**Приложение**

**Аннотация**
**рабочей программы дисциплины «Геомеханическое обеспечение открытых горных работ»**

**по направлению подготовки (специальности)**
**21.05.04 «Горное дело»**
**(направленность (профиль): «Открытые горные работы»)**
**форма обучения – Очная форма**

**1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями учебной дисциплины являются:

– усвоение основ физических процессов, происходящих в массивах горных пород при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, и формирование навыков самостоятельного выбора рациональных параметров технологии, обеспечивающей безопасное ведение горных работ при проведении и эксплуатации подземных горных выработок на основе всестороннего анализа геомеханических и горнотехнических условий разработки месторождений;
– усвоение основных закономерностей развития геомеханических процессов в массивах горных пород до и после начала ведения горных работ.

Задачами учебной дисциплины являются:

– дать знания о роли и приоритетах отечественной науки в области геомеханики при подземных горных работах;
– изучить механические свойства массива горных пород и основные природные факторы, влияющие на них;
– знать естественное напряженное состояние массивов горных пород и изменение его при проведении подземных горных выработок;
– изучить виды деформаций и нарушений устойчивости пород кровли и боков горных выработок массивов горных пород;
– изучить теоретические основы описания геомеханических процессов и расчета устойчивости пород кровли;
– изучить современные методы контроля и прогноза состояния массивов горных пород при ведении горных работ подземным способом.

**2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)**

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Математика;
– Общая геология;
– Геотехнология открытая;
– Геотехнология подземная (пластовые месторождения).

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Физика горных пород;
– Научно-исследовательская работа.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Профессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ПК | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| | ПК-1: Способен самостоятельно осуществлять работы по проектированию, согласованию и утверждению в установленном порядке технической документации при строительстве карьеров | ПК-1.2 Производит согласование и утверждение результатов проектирования на соответствие требованиям действующих норм и стандартов | – знать: основы законодательства в области недропользования, обеспечения пожарной и промышленной безопасности и экологии, методы оценки экологических и геомеханических факторов при эксплуатационной разведке, выборе мест размещения опасных объектов, способов и средств разрушения горных пород в массиве, требования промышленной и экологической безопасности, охраны труда.<br>– уметь: применять компьютерные программы для расчетов геомеханических параметров горных массивов при |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | управлении состояния массива горных пород, проектирования предприятий по открытой добыче полезных ископаемых. |

## 4 Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | | *ИТОГО* | *7 семестр* |
|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *зачет* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***108*** | *108* |
| | *зачетных единиц* | ***3*** | *3* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***16*** | *16* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***16*** | *16* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***67*** | *67* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***9*** | *9* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |

## 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Исторические этапы развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения. (Исторические этапы развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения. Смежные направления научных исследований. Классификация горных пород.);

Раздел 2 Механические свойства горных пород и методы их определения (Механические свойства горных пород: плотностные, прочностные, деформационные, акустические, реологические. Реальная и теоретическая прочность горных пород. Деформируемость и прочность породных массивов и их образцов. Коэффициент структурного ослабления массива. Испытания образцов горных пород в условиях сжатия, растяжения и объемного напряженного состояния. Коэффициенты внутреннего и внешнего трения, величина начального сопротивления сдвигу, объемная плотность горных пород. Коэффициент распределительной способности сыпучей среды. Методы определения. Функциональная зависимость основных физико-механических характеристик горных пород от основных технологических параметров: влажности, уплотняющего давления, температуры в диапазоне, характерном для конкретной практики.);

Раздел 3 Естественное поле напряжений массива горных пород и его природа. Геомеханическиея модели сплошной и дискретной сред. Основные критерии прочности горных пород. (Естественное поле напряжений массива горных пород. Природа полей напряжений породного массива земной коры. Действующие постоянно, повсеместно и действующие временно, локально факторы, влияющие на формирование естественного поля напряжений массива горных пород. Геомеханическая модель сплошной среды: упругая, пластическая, упруго-пластическая, вязкая. Модель дискретной зернистой среды для породного массива. Основные критерии прочности горных пород. Полный тензор естественных напряжений в породном массиве. Плоская и осесимметричная задачи. Методы расчета распределения напряжений в неподвижном слое горных пород. Формула Янсена и пути ее совершенствования. Метод плоских сечений. Методы предельного напряженного состояния. Плоская и осесимметричная задачи. Учет влияния подстилающего массив материала основания и подпорных стенок. Перераспределение напряжений в слое горных пород. Расчет размеров и формы выпускного канала. Математическая модель выпуска материала из массива горной породы. Экспериментальная проверка полученной модели. Форма динамического свода над выпускным отверстием. Вероятностная природа процесса сводообразования при выпуске горной породы.);

Раздел 4 Основные положения теории подобия. Математическое и физическое моделирование. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в натурных условиях. (Методологические основы применения геомеханических моделей. Основные положения теории подобия. Математическое моделирование. Физическое моделирование геомеханических процессов в лабораторных условиях: метод эквивалентных материалов, поляризационно-оптический метод, метод центробежного моделирования. Численные методы в геомеханике. Метод конечных элементов. Метод граничных элементов. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в натурных условиях. Методы изучения породного массива по поведению горного массива в процессе проведения выработок: визуальная оценка напряжений, определение напряжений по толщине дисков керна, оценка напряжений по выходу буровой мелочи. Методы изучения породного массива по деформациям горных пород: измерение перемещений в окрестности горных выработок, определение напряжений по деформациям диаметра скважин Определение напряжений по усилию вдавливания индентора в торец или стенку скважины. Определение напряжений методом разгрузки.);

Раздел 5 Динамические проявления горного давления. Горные удары. Внезапные выбросы пород и газа. Газы угольных месторождений. (Динамические проявления горного давления в

массивах горных пород. Горные удары, исторические аспекты. Необходимые и достаточные условия возникновения горного удара. Основные стадии горного удара. Механизм осуществления и баланс энергии горного удара. Склонные к горным ударам и опасные по горным ударам месторождения полезных ископаемых. Формы проявления горных ударов. Классификация комитета по энергетике Европейской экономической комиссией подразделяющая динамические явления по энергетическому балансу на горные удары, выбросы газа и горно-тектонические явления. Классификация горных ударов по энергетическому признаку – количеству сейсмической энергии, выделяющейся при ударе. Научный прогноз вероятности горных ударов. Внезапные выбросы пород и газа. Газы угольных месторождений: воздушные газы и газы метаморфизма угля. Метан и метаноносность угольных пластов. Обыкновенное, суфлярное и внезапное газовыделение в горную выработку. Виды внезапного газовыделения. Природа, механизм и баланс энергии внезапных выбросов угля и газа. Классификация угольных пластов по степени опасности внезапных выбросов угля и газа. Способы предупреждения горных ударов и внезапных выбросов пород и газа.);

Раздел 6 Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием горных разработок (Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок. Исторические аспекты изучения процесса сдвижения. Формы проявления процесса сдвижения горных пород. Мульда сдвижения и область сдвижения горных пород. Зоны и области сдвижения пород. Опорное горное давление. Ложная и непосредственная кровля. Сдвижение горных пород при подземной разработке месторождений.);

Раздел 7 ГГеомеханические процессы в массивах пород при открытых и подземных горных разработках (Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Причины нарушения устойчивости горнотехнических сооружений. Виды деформаций бортов и откосов выработок. Расчет устойчивости откосов карьеров и отвалов. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями. Устойчивость породных обнажений. Формирование нагрузки на крепь выработок от локальных обрушений и при сплошном сводообразовании, в условиях совместного деформирования крепи и массива. Геомеханическое обоснование параметров крепления горных выработок и определение параметров различных видов крепи. Определение нагрузки на крепь горных выработок);

Тема 7.1 Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках (Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Разгрузка днища и

бортов карьера при ведении открытых горных работ. Факторы, влияющие на развитие геомеханических процессов в бортах выработок. Причины нарушения устойчивости горнотехнических сооружений. Виды деформаций бортов и откосов выработок: оползание, оползень, обрушение, осыпание, осыпь, просадки, оплывины, промоины. Расчет устойчивости откосов карьеров и отвалов методами типовыми методами круглоцилиндрической поверхности скольжения и многоугольника сил. Расчет устойчивости карьерных откосов в различных геологических условиях. Горно-технологические решения по формированию бортов карьеров, отвальных насыпей, и методы их упрочнения. Гермеханический контроль бортовых и отвальных (насыпных и намывных) массивов);

Тема 7.2 Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями (Геомеханические процессы в массивах пород вокруг горных выработок. Геомеханические процессы допредельного и запредельного деформирования вокруг протяженных капитальных горных выработок и подземных сооружений. Геомеханические процессы деформирования и разрушения в окрестности забоя и сопряжений горных выработок. Геомеханические процессы допредельного и запредельного деформирования вокруг капитальных горных выработок и подземных сооружений камерного типа. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями. Устойчивость породных обнажений. Формирование нагрузки на крепь выработок от локальных обрушений и при сплошном сводообразовании. Формирование нагрузки на крепь в условиях совместного деформирования крепи и массива. Оценка устойчивости незакрепленных горных выработок. Определение допустимого пролета незакрепленных горных выработок и допустимого расстояния между двумя параллельными выработками. Предотвращение пучения почвы взрывной разгрузкой пород с последующим их упрочнением. Геомеханическое обоснование параметров крепления горных выработок и определение параметров различных видов крепи. Определение нагрузки на крепь. Измерение нагрузки на крепь горных выработок).

**6 Составитель(и):**

профессор Прошунин Юрий Евгеньевич (кафедра открытых горных работ и электромеханики).