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
Проректор по учебной работе
_____ М.В. Темлянцев
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
Заочная форма

Срок обучения: 6 лет 1 месяц

Год начала подготовки 2022

Новокузнецк
2022

СибГИУ Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 01:56:35 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, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Геотехнология строительная;
– 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 разрабатывать проектные инновационные решения при строительстве и эксплуатации карьеров	ПК-1.1 Применяет методы анализа факторов, влияющих на управление свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	– знать: Знать общие закономерности разрушения и деформирования породного массива, формирования его напряженно-деформированного состояния при ведении горных работ, основные методы определения физико-механических свойств пород, оценку механического состояния породного массива и управления этим состоянием. – уметь: Уметь использовать современные методы физического моделирования геомеханических процессов в лабораторных условиях, измерения деформация и напряжений на поверхности горных выработок, обработки экспериментальных результатов методами конечных и граничных элементов, другими численными методами. – владеть: Владеть

			научными и методическими основами количественного прогнозирования геомеханических процессов в массивах горных пород и грунтов, в том числе антропогенных, служащих основанием, средой и материалом различных сооружений с использованием современных информационных технологий.
	ПК-3: Способен применять методы анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации карьеров	ПК-3.3 Понимает свойства горных пород, состояние породного массива, системы разработки, основные и вспомогательные технологические процессы, механизацию открытых горных работ	– знать: Знать комплекс методов и устройств для определения объемной плотности, начального сопротивления сдвигу, коэффициентов распределительной способности, внутреннего и внешнего трения, деформирования и разрушения горных пород при объемном нагружении и прочих характеристик, сконструированных с учетом конкретной практики и позволяющих всесторонне оценивать свойства исследуемых веществ в интервале изменения технологических параметров, характерном для геомеханических процессов . – уметь: Уметь направленно изменять

			свойства и состояние минералов, горных пород и грунтов и их массивов, горной массы воздействием механических, тепловых, электромагнитных и других физических полей и флюидов при решении инженерных задач добычи и переработки полезных ископаемых, освоении подземного пространства и строительстве. – владеть: Владеть методами геомеханического обеспечения открытой и подземной добычи полезных ископаемых, управления горным давлением, предотвращения сдвижения горных пород, обеспечения устойчивости бортов карьеров, дегазации угольных пластов с использованием знаний в области недропользования, обеспечения пожарной и промышленной безопасности, экологии.
	ПК-4: Способен применять методы анализа, знание закономерностей состояния массива горных пород при процессах добычи и переработки твердых	ПК-4.2 Применяет методы оценки, прогноза и контроля состояния толщи пород и земной поверхности на всех стадиях освоения недр	– знать: Знать строение Земли (литосфера, астеносфера, мантия, земное ядро, граница Мохоровичича) и земной коры (слой осадочных пород, гранитный и базальтовый слои, глубинные структуры первого – четвертого

	полезных ископаемых		порядка), химический и минеральный состав земной коры. – уметь: Уметь использовать информацию о химическом и минеральном составе земной коры, морфологические особенности месторождений твердых полезных ископаемых для оценки механических свойств массива горных пород, полей напряжений и деформаций. – владеть: Владеть методами прогноза физических, механических и термодинамических процессов, происходящих в массивах горных пород при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, и выбора рациональных параметров технологии, обеспечивающей безопасное ведение горных работ при проведении и эксплуатации подземных горных выработок.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

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

Контактная работа обучающихся с педагогическим работником включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу,

предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическим работником. Контактная работа обучающихся с педагогическим работником может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 4 курс***	***2 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации				*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*36*	*72*
	зачетных единиц	***3***	*1*	*2*
Лекции, *академ. час.*		***4***	*2*	*2*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***96***	*34*	*62*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*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: строительная механика скальных пород и сыпучих грунтов, теория упругости и пластичности, сопротивление материалов. Основные направления и задачи геомеханики. Геомеханика, как наука о прочности, устойчивости и деформируемости массивов горных пород, горнотехнических объектов и сооружений в поле природных и техногенных сил. Магматические, осадочные и метаморфические горные породы. Геологические (петрографические) классификация горных пород по минеральному составу, структуре и текстуре. Геомеханическая классификация. Структурно-механические особенности породного массива. Горные породы изотропные, анизотропные и квазиизотропные.

Трещиноватость и слоистость горных пород. Состояние современной геомеханики и перспективы ее развития);

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. Геомеханические 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 выработок (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 Геомеханические процессы в массивах пород при открытых и подземных горных разработках (Геомеханические процессы в массивах пород при открытых и подземных горных разработках);

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	0.5	

	развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения		
Раздел 2.	Механические свойства горных пород и методы их определения	0.5	
Раздел 3.	Естественное поле напряжений массива горных пород и его природа. Геомеханическиея модели сплошной и дискретной сред. Основные критерии прочности горных пород	0.5	
Раздел 4.	Основные положения теории подобия. Математическое и физическое моделирование. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в натурных условиях	0.5	
Раздел 5.	Динамические проявления горного давления. Горные удары. Внезапные выбросы пород и газа. Газы угольных месторождений	0.5	
Раздел 6.	Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок	0.5	
Раздел 7.	Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями	1	
Итого:		**4**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы	Темы практических	Трудоемкость, *академ.час*

дисциплины	занятий (семинаров)	всего	в форме практической подготовки
Раздел 2.	Методы изучения характеристик структурных ослаблений массива горных пород	1	
Раздел 3.	Построение паспорта прочности горной породы по методу кругов Мора	1	
Раздел 7.	Расчет устойчивости борта карьера	2	
Итого:		**4**	**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; 2. Изучение теоретического материала; 3. Контрольная работа.	12	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе;	12	

	4. Подготовка к практическому занятию.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию.	12	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	16	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	14	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	14	
Раздел 7.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию.	16	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	4	
Итого:		**100**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

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

2 Геомеханика : учебник для вузов : 2 т. Том 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. – 2-е изд., стереотипн. - Москва : Горная книга, 2008. – 438 с. – ISBN 978-5-7418-0528-2. – URL:

http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741805282.html (дата обращения: 25.08.2022);

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: 25.08.2022).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – 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: http://www.biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– ABBYY FineReader 11;
– AutoCAD;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office 2007;
– Microsoft Office 2010;
– Microsoft Windows 7;
– ProjectLibre;
– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

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

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть 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.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНИТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки 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.

Приложение А

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 – Заочная 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, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Геотехнология строительная;
– 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 разрабатывать проектные инновационные решения при строительстве и эксплуатации карьеров	ПК-1.1 Применяет методы анализа факторов, влияющих на управление свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	– знать: Знать общие закономерности разрушения и деформирования породного массива, формирования его напряженно-деформированного состояния при ведении горных работ, основные методы определения физико-механических свойств пород, оценку механического состояния породного массива и управления этим состоянием. – уметь: Уметь использовать современные методы физического моделирования геомеханических процессов в лабораторных условиях, измерения деформация и напряжений на

			поверхности горных выработок, обработки экспериментальных результатов методами конечных и граничных элементов, другими численными методами. – владеть: Владеть научными и методическими основами количественного прогнозирования геомеханических процессов в массивах горных пород и грунтов, в том числе антропогенных, служащих основанием, средой и материалом различных сооружений с использованием современных информационных технологий.
	ПК-3: Способен применять методы анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации карьеров	ПК-3.3 Понимает свойства горных пород, состояние породного массива, системы разработки, основные и вспомогательные технологические процессы, механизацию открытых горных работ	– знать: Знать комплекс методов и устройств для определения объемной плотности, начального сопротивления сдвигу, коэффициентов распределительной способности, внутреннего и внешнего трения, деформирования и разрушения горных пород при объемном нагружении и прочих характеристик, сконструированных с учетом конкретной практики и позволяющих всесторонне оценивать свойства исследуемых веществ

			в интервале изменения технологических параметров, характерном для геомеханических процессов . – уметь: Уметь направленно изменять свойства и состояние минералов, горных пород и грунтов и их массивов, горной массы воздействием механических, тепловых, электромагнитных и других физических полей и флюидов при решении инженерных задач добычи и переработки полезных ископаемых, освоении подземного пространства и строительстве. – владеть: Владеть методами геомеханического обеспечения открытой и подземной добычи полезных ископаемых, управления горным давлением, предотвращения сдвижения горных пород, обеспечения устойчивости бортов карьеров, дегазации угольных пластов с использованием знаний в области недропользования, обеспечения пожарной и промышленной безопасности, экологии.
	ПК-4: Способен применять методы анализа,	ПК-4.2 Применяет методы оценки, прогноза и контроля	– знать: Знать строение Земли (литосфера,

	знание закономерностей состояния массива горных пород при процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых	состояния толщи пород и земной поверхности на всех стадиях освоения недр	астеносфера, мантия, земное ядро, граница Мохоровичича) и земной коры (слой осадочных пород, гранитный и базальтовый слои, глубинные структуры первого – четвертого порядка), химический и минеральный состав земной коры. – уметь: Уметь использовать информацию о химическом и минеральном составе земной коры, морфологические особенности месторождений твердых полезных ископаемых для оценки механических свойств массива горных пород, полей напряжений и деформаций. – владеть: Владеть методами прогноза физических, механических и термодинамических процессов, происходящих в массивах горных пород при подземной разработке месторождений полезных ископаемых, и выбора рациональных параметров технологии, обеспечивающей безопасное ведение горных работ при проведении и эксплуатации подземных горных выработок.

4 Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 4 курс***	***2 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации				*зачет*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*36*	*72*
	зачетных единиц	***3***	*1*	*2*
Лекции, *академ. час.*		***4***	*2*	*2*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***96***	*34*	*62*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*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: строительная механика скальных пород и сыпучих грунтов, теория упругости и пластичности, сопротивление материалов. Основные направления и задачи геомеханики. Геомеханика, как наука о прочности, устойчивости и деформируемости массивов горных пород, горнотехнических объектов и сооружений в поле природных и техногенных сил. Магматические, осадочные и метаморфические горные породы. Геологические (петрографические) классификация горных пород по минеральному составу, структуре и текстуре. Геомеханическая классификация. Структурно-механические особенности породного массива. Горные породы изотропные, анизотропные и квазиизотропные. Трещиноватость и слоистость горных пород. Состояние современной геомеханики и перспективы ее развития);

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. Геомеханические 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 выработок (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 Геомеханические процессы в массивах пород при открытых и подземных горных разработках (Геомеханические процессы в массивах пород при открытых и подземных горных разработках);

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).