

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

_____ И.В. Зоря
подпись

« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геомеханика

(* Перечень направлений подготовки (специальностей) и направленностей (профилей) на следующей странице)

Форма обучения
Очная форма

Год начала подготовки 2020

Новокузнецк
2020

Перечень направлений подготовки (специальностей) и направленностей
(профилей):

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Открытые горные работы»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер(специалист)»

Срок обучения: 5 лет 6 месяцев

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Электрификация и автоматизация горного
производства»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер (специалист)»

Срок обучения: 5 лет 6 месяцев

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Подземная разработка пластовых место-
рождений»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер (специалист)»

Срок обучения: 5 лет 6 месяцев

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 базовой части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Общая геология;
- Геотехнология открытая;
- Геотехнология подземная (пластовые месторождения);
- Основы физики.

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

- Геотехнология подземная (рудные месторождения);
- Геотехнология строительная;
- Физика горных пород;
- Научно-исследовательская работа.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование ОПК	Планируемые результаты обучения
<p>ОПК-4: готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр</p>	<p>– знать: свойства и классификации горных пород; параметры состояния породных массивов; закономерности изменения свойств горных пород и породных массивов под воздействием физических полей; основные методы определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях;</p> <p>– уметь: оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых;</p> <p>– владеть: основными методиками определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях и навыками обработки полученных экспериментальных данных;</p>
<p>ОПК-5: готовностью использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов</p>	<p>– знать: законы исследования напряженно-деформированного состояния горных пород, грунтов, строительных материалов и конструкций; физико-химические и физико-механические свойства горных пород, грунтов и строительных материалов; технику и технологию безопасного ведения горных, в том числе буровзрывных работ в горнодобывающей промышленности;</p> <p>– уметь: применять правовые и технические нормативы управления безопасностью на горном предприятии; выполнять расчеты технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий;</p> <p>– владеть: методами исследования</p>

	напряженно-деформируемого состояния горных пород и грунтов; методами оценки изменения физико-механических и физико-химических свойств горных пород под воздействием внешних факторов..
ОПК-9: владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	<p>– знать: формы проявления горного давления, методы управления горным давлением и устойчивостью пород кровли и боков горных выработок, методы геомеханического расчета;.</p> <p>– уметь: произвести расчет прочности и устойчивости элементов систем горных разработок, оценить свойства горных массивов; прогнозировать геодинамическую обстановку производства горных работ и их влияние на окружающую среду;.</p> <p>– владеть: природоохранными мероприятиями при добыче полезных ископаемых; навыками работы с нормативной литературой в области геомеханики.</p>

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, лабораторные работы, коллоквиумы), 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

Семестр / курс		ИТОГО	5 семестр	6 семестр
Форма промежуточной аттестации			<i>зачет</i>	<i>зачет с оценкой</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	216	72	144
	<i>зачетных единиц</i>	6	2	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		50	18	32
в форме практической подготовки		0	0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		16	0	16

в форме практической подготовки	0	0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>	34	18	16
в форме практической подготовки	0	0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>	0	0	0
в форме практической подготовки	0	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>	0	0	0
в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	116	36	80
в форме практической подготовки	0	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>	0	0	0
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 массива 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 натуральных 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 натуральных 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 метаносность 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 Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок (Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок. Исторические аспекты изучения процесса сдвига. Формы проявления процесса сдвига горных пород. Мульда сдвига и область сдвига горных пород. Зоны и области сдвига пород. Опорное горное давление. Ложная и непосредственная кровля. Сдвигание 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 развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения	4	
Раздел 2.	Механические свойства горных пород и методы их определения	6	
Раздел 3.	Естественное поле напряжений массива горных пород и его природа. Геомеханические модели сплошной и дискретной сред. Основные критерии прочности горных пород	8	
Раздел 4.	Основные положения теории подобия. Математическое и физическое моделирование. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в натуральных	8	

	условиях		
Раздел 5.	Динамические проявления горного давления. Горные удары. Внезапные выбросы пород и газа. Газы угольных месторождений	8	
Раздел 6.	Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок	8	
Раздел 7.	Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями	8	
Итого:		50	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 2.	Методы изучения характеристик структурных ослаблений массива горных пород	6	
Раздел 3.	Построение паспорта прочности горной породы по методу кругов Мора	4	
Раздел 4.	Исследование поля напряжений в неподвижном слое углесодержащего материала, ограниченного вертикальными подпорными стенками	6	
Раздел 5.	Оценка удароопасности при ведении горных работ вблизи геологических нарушений	6	
Раздел 6.	Определение шага обрушения кровли в зависимости от скорости подвигания очистного забоя	6	
Раздел 7.	Расчет устойчивости борта карьера	6	
Итого:		34	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	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 сыпучих горных пород	2	
Раздел 3.	Построение паспорта прочности по данным испытания горной породы на срез со сжатием	2	
Раздел 4.	Построение паспорта прочности по данным объемно-напряженного испытания горной породы	2	
Раздел 5.	Методы определения напряжений в горных массивах	2	
Раздел 5.	Прогноз и предупреждение динамических проявлений в массивах горных пород	2	
Раздел 6.	Наблюдения за сдвижением горных пород, земной поверхности и охраняемых объектов	2	
Раздел 7.	Построение круглоцилиндрической поверхности скольжения. Определение коэффициента запаса устойчивости	2	
Итого:		16	0

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, академ.час	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
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 ма-	14	

	териала; 2. Изучение теоретического материала.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе; 6. Подготовка к практическому занятию.	18	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе; 6. Подготовка к практическому занятию.	20	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе; 6. Подготовка к практическому занятию.	20	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе; 6. Подготовка к практическому занятию.	14	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного ма-	14	

	териала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе; 6. Подготовка к практическому занятию.		
Раздел 7.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе; 6. Подготовка к практическому занятию.	16	
Итого:		116	0

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная 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: 22.03.2020).

б) дополнительная литература:

1 Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна : справочник. – Москва : Недра, 1994. – 447с;

2 Чубриков, А. В. Профилактика опасных геомеханических явлений в угольных шахтах : учебное пособие для вузов / А. В. Чубриков; СибГИУ. – Новокузнецк, 2001. – 95 с;

3 Макаров, А.Б. Практическая геомеханика : пособие для горных инженеров / А.Б. Макаров. – Москва : Горная книга, 2006. – 391 с. : ил.

4 Геомеханика на угольных шахтах : [монография] / Г.И. Коршунов, А.К. Логинов, В.М. Шик, В.Б. Артемьев. – Москва : Горное дело, 2011. – 387 с. : ил. – (Библиотека горного инженера ; т. 3. Подземные горные работы ;; кн. 6).

5 Геомеханика : сборник задач [предназначен для обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело, а так же аспирантов и специалистов научных и проектных организаций] / Сиб. гос. индустр. ун-т ; сост.: В. Н. Фрянов, А. М. Никитина, О. А. Петрова. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2017. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=71&lngEdition=3788&lngFile=3692&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 22.03.2020).

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

5 ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.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>.

г) 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.

д) 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 / ВИНТИ 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 для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ);
- 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):

доцент Никитина Анастасия Михайловна (кафедра геотехнологии);

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 «Геомеханика»

по направлению подготовки (специальности)

Перечень направлений подготовки (специальностей) и направленностей
(профилей):

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Открытые горные работы»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер(специалист)»

Срок обучения: 5 лет 6 месяцев

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Электрификация и автоматизация горного
производства»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер (специалист)»

Срок обучения: 5 лет 6 месяцев

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Подземная разработка пластовых место-
рождений»)

Квалификация выпускника: «Горный инженер (специалист)»

Срок обучения: 5 лет 6 месяцев

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 вы-

работок;

- 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 базовой части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Общая геология;
- Геотехнология открытая;
- Геотехнология подземная (пластовые месторождения);
- Основы физики.

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

- Геотехнология подземная (рудные месторождения);
- Геотехнология строительная;
- Физика горных пород;
- Научно-исследовательская работа.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование ОПК	Планируемые результаты обучения
ОПК-4: готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр	– знать: свойства и классификации горных пород; параметры состояния породных массивов; закономерности изменения свойств горных пород и породных массивов под воздействием физических полей; основные методы определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях; – уметь: оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации

	<p>разработки месторождений полезных ископаемых;</p> <p>– владеть: основными методиками определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных и натуральных условиях и навыками обработки полученных экспериментальных данных;</p>
<p>ОПК-5: готовностью использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов</p>	<p>– знать: законы исследования напряженно-деформированного состояния горных пород, грунтов, строительных материалов и конструкций; физико-химические и физико-механические свойства горных пород, грунтов и строительных материалов; технику и технологию безопасного ведения горных, в том числе буровзрывных работ в горнодобывающей промышленности;</p> <p>– уметь: применять правовые и технические нормативы управления безопасностью на горном предприятии; выполнять расчеты технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий;</p> <p>– владеть: методами исследования напряженно-деформируемого состояния горных пород и грунтов; методами оценки изменения физико-механических и физико-химических свойств горных пород под воздействием внешних факторов..</p>
<p>ОПК-9: владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений</p>	<p>– знать: формы проявления горного давления, методы управления горным давлением и устойчивостью пород кровли и боков горных выработок, методы геомеханического расчета;</p> <p>– уметь: произвести расчет прочности и устойчивости элементов систем горных разработок, оценить свойства горных массивов; прогнозировать геодинамическую обстановку производства горных работ и их влияние на окружающую среду;</p> <p>– владеть: природоохранными мероприятиями при добыче полезных ископаемых; навыками работы с нормативной литературой в области геомеханики.</p>

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	ИТОГО	5 семестр	6 семестр
Форма промежуточной аттеста-		зачет	зачет с оцен-

ции				<i>кoй</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	216	72	144
	<i>зачетных единиц</i>	6	2	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		50	18	32
в форме практической подготовки		0	0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		16	0	16
в форме практической подготовки		0	0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		34	18	16
в форме практической подготовки		0	0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0	0
в форме практической подготовки		0	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0	0
в форме практической подготовки		0	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		116	36	80
в форме практической подготовки		0	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		0	0	0
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, растя-

жения 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 массива 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 натуральных 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 натуральных 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 гор-

ных 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 Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок (Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок. Исторические аспекты изучения процесса сдвига. Формы проявления процесса сдвига горных пород. Мульда сдвига и область сдвига горных пород. Зоны и области сдвига пород. Опорное горное давление. Ложная и непосредственная кровля. Сдвигание 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. Геомеханический 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):

доцент Никитина Анастасия Михайловна (кафедра геотехнологии);

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