

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 и  
воспитательной работе

\_\_\_\_\_ М.В. Темлянецв

подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Геомеханика

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

Форма обучения  
Очная форма

Год начала подготовки 2021

Новокузнецк  
2021

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 обязательной части **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);
- Основы физики.

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

- Физика горных пород;
- Геотехнология строительная;
- Научно-исследовательская работа.

### 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

#### – Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1: Способен применять законодательные основы в областях недропользования, обеспечения экологической и промышленной безопасности при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-1.2 Применяет законодательные основы в областях недропользования, обеспечения промышленной безопасности	<p>– знать: основы законодательства в области недропользования, обеспечения пожарной и промышленной безопасности и экологии.</p> <p>– уметь: применять компьютерные программы для расчетов геомеханических параметров при управлении состояния массива горных пород.</p> <p>– 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 промышлен-</p>

			ной безопасности, экологии.
Техническое проектирование	ОПК-17: Способен применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	ОПК-17.1 Разрабатывает мероприятия по обеспечению безопасности производственных процессов, оценивает преимущества и риски их применения	<p>– знать: 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.</p> <p>– уметь: творчески решать задачи по оценке механического состояния горных пород и горно-технологических объектов при освоении георесурсов недр.</p> <p>– владеть: методами обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов.</p>
Исследование	ОПК-18: Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-18.1 Моделирует напряженно-деформированное состояние элементов конструкции, выполняет проектные расчеты структурных элементов объекта	– знать: общие закономерности разрушения и деформирования породного массива, формирования его напряженно-деформированного состояния при ве-

			<p>дении горных работ, основные методы определения физико-механических свойств пород, оценку механического состояния породного массива и управления этим состоянием.</p> <p>– уметь: пользуясь нормативными документами или применяя специальные методы, оценивать напряженно-деформированное состояние пород, вмещающих горно-технические объекты, прогнозировать устойчивость горных выработок.</p> <p>– владеть: профессиональной терминологией, основными нормативными документами, метрологическими правилами и стандартами.</p>
		<p>ОПК-18.2 Планирует и выполняет теоретические, экспериментальные и лабораторные исследования, обрабатывает полученные результаты с использованием современных информационных технологий</p>	<p>– знать: общие сведения о напряженно-деформированном состоянии, методы физического и математического моделирования, основные положения теории подобия, особенности постановки и решения геомеханических задач.</p> <p>– уметь: использовать современные методы физического моделирования геомеханических процессов в лабораторных условиях,</p>

			<p>измерения деформация и напряжений на поверхности горных выработок, обработки экспериментальных результатов методами конечных и граничных элементов, другими численными методами.</p> <p>– 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.</p>
Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности	ОПК-21: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-21.2 Решает задачи профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий	<p>– знать: современные информационные технологии в горном деле.</p> <p>– уметь: применять информационные технологии для решения производственных задач.</p> <p>– владеть: современными технологиями в горном деле.</p>
Применение фундаментальных знаний	ОПК-4: Способен с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы место-	ОПК-4.4 Анализирует строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности местоорождений твердых полезных ископаемых для оценки	– знать: строение Земли (литосфера, астеносфера, мантия, земное ядро, граница Мохоровичича) и земной коры (слой осадочных пород, гранитный и базальтовый слои, глубинные структу-

	<p>рождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр</p>	<p>напряжения и деформации, механических свойств массива горных пород</p>	<p>ры первого – четвертого порядка), химический и минеральный состав земной коры.  – 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: 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.</p>
<p>Применение фундаментальных знаний</p>	<p>ОПК-5: Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуа-</p>	<p>ОПК-5.3 Анализирует основные физико-механические свойства горных пород и протекающие в них физические процессы</p>	<p>– 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</p>



	тации подземных объектов		<p>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.</p> <p>– 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.</p> <p>– владеть: информацией о методах, приборах, автоматизированных системах на основе современных информационных технологий для изучения и контроля свойств горных пород и грунтов, строения и состояния их массивов, а также для прогнозирования динамических процессов и явлений.</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		<b>ИТОГО</b>	<b>6 семестр</b>	<b>7 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			зачет с оценкой	зачет
Трудоёмкость	академ. час.	<b>216</b>	144	72
	зачетных единиц	<b>6</b>	4	2
Лекции, академ. час.		<b>50</b>	32	18
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0	0
Лабораторные работы, академ. час.		<b>16</b>	16	0
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0	0
Практические занятия, академ. час.		<b>34</b>	16	18
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0	0
Курсовая работа / проект, академ. час.		<b>0</b>	0	0
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0	0
Консультации, академ. час.		<b>0</b>	0	0
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0	0
Самостоятельная работа, академ. час.		<b>116</b>	80	36
в форме практической подготовки		<b>0</b>	0	0
Контроль, академ. час.		<b>0</b>	0	0
в форме практической подготовки		<b>0</b>	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 дина-

мического 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 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 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 Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями (Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Причины нарушения устойчивости горнотехнических сооружений. Виды деформаций бортов и откосов выработок. 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 соору-

жениями. 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 условиях	8	
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-	8	

	деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями		
<b>Итого:</b>		<b>50</b>	<b>0</b>

### 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	
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	<b>0</b>

### 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 2.	Графический и аналитические методы расчета касательных и нормальных напряжений на произвольной площадке	2	
Раздел 3.	Построение паспорта проч-	2	

	ности сыпучих горных пород		
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	
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>0</b>

### 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
<b>Итого:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

### 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.	14	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по	18	



	<p>лабораторной работе;  5. Подготовка к лабораторной работе;  6. Подготовка к практическому занятию.</p>		
Раздел 3.	<p>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.</p>	20	
Раздел 4.	<p>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.</p>	20	
Раздел 5.	<p>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.</p>	14	
Раздел 6.	<p>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;</p>	14	

	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	
<b>Итого:</b>		<b>116</b>	<b>0</b>

## **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: 10.08.2021);

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: 10.08.2021).

### **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 / 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);
- 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.
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;

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 открытых горных работ и электромеханики.

## 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 месторождений»)

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 обязательной части **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);
- Основы физики.

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

- Физика горных пород;
- Геотехнология строительная;
- Научно-исследовательская работа.

## **3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине**

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### **– Общепрофессиональные компетенции**

<b>Наименование категории (группы) ОПК</b>	<b>Код и наименование ОПК</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения ОПК</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1: Способен применять законодательные основы в областях недропользования, обеспечения экологической и промышленной безопасности при поисках, разведке и разработке месторождений твердых полезных	ОПК-1.2 Применяет законодательные основы в областях недропользования, обеспечения промышленной безопасности	– знать: основы законодательства в области недропользования, обеспечения пожарной и промышленной безопасности и экологии. – уметь: применять компьютерные программы для расчетов геомеханиче-

	<p>ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>		<p>ских параметров при управлении состояния массива горных пород.  – 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.</p>
<p>Техническое проектирование</p>	<p>ОПК-17: Способен применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов</p>	<p>ОПК-17.1 Разрабатывает мероприятия по обеспечению безопасности производственных процессов, оценивает преимущества и риски их применения</p>	<p>– знать: 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.  – уметь: творчески решать задачи по оценке механического состояния горных пород и горно-технологических объектов при освоении георесурсов недр.  – владеть: методами обеспечения</p>

			<p>промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов.</p>
Исследование	<p>ОПК-18: Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов</p>	<p>ОПК-18.1 Моделирует напряженно-деформированное состояние элементов конструкции, выполняет проектные расчеты структурных элементов объекта</p>	<p>– 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.</p> <p>– уметь: пользоваться нормативными документами или применяя специальные методы, оценивать напряженно-деформированное состояние пород, вмещающих горно-технические объекты, прогнозировать устойчивость горных выработок.</p> <p>– владеть: профессиональной терминологией, основными нормативными документами, метрологическими пра-</p>



			<p>вилами и стандартами.</p> <p>ОПК-18.2 Планирует и выполняет теоретические, экспериментальные и лабораторные исследования, обрабатывает полученные результаты с использованием современных информационных технологий</p> <p>– знать: общие сведения о напряженно-деформированном состоянии, методы физического и математического моделирования, основные положения теории подобия, особенности постановки и решения геомеханических задач.</p> <p>– 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.</p> <p>– 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.</p>
--	--	--	--

<p>Информационно-коммуникационные технологии для профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-21: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-21.2 Решает задачи профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий</p>	<p>– знать: современные информационные технологии в горном деле.  – уметь: применять информационные технологии для решения производственных задач.  – владеть: современными технологиями в горном деле.</p>
<p>Применение фундаментальных знаний</p>	<p>ОПК-4: Способен 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>ОПК-4.4 Анализирует строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности месторождений твердых полезных ископаемых для оценки напряжения и деформации, механических свойств массива горных пород</p>	<p>– знать: строение Земли (литосфера, 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: 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: методами прогноза физических, механических и термодинамических процессов, происходящих в массивах горных пород при подземной разработке месторождений полез-</p>

			ных ископаемых, и выбора рациональных параметров технологии, обеспечивающей безопасное ведение горных работ при проведении и эксплуатации подземных горных выработок.
Применение фундаментальных знаний	ОПК-5: Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-5.3 Анализирует основные физико-механические свойства горных пород и протекающие в них физические процессы	<p>– 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.</p> <p>– 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 пере-</p>

			работки полезных ископаемых, освоении подземного пространства и строительстве. – владеть: информацией о методах, приборах, автоматизированных системах на основе современных информационных технологий для изучения и контроля свойств горных пород и грунтов, строения и состояния их массивов, а также для прогнозирования динамических процессов и явлений.
--	--	--	---

#### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>6 семестр</b>	<b>7 семестр</b>
Форма промежуточной аттестации			<i>зачет с оценкой</i>	<i>зачет</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>216</b>	<i>144</i>	<i>72</i>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>6</b>	<i>4</i>	<i>2</i>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>50</b>	<i>32</i>	<i>18</i>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>16</b>	<i>16</i>	<i>0</i>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		<b>34</b>	<i>16</i>	<i>18</i>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>116</b>	<i>80</i>	<i>36</i>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>
в форме практической подготовки		<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>

#### 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. Плос-

кая 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 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 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 Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями (Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Причины нарушения устойчивости горнотехнических сооружений. Виды деформаций бортов и откосов выработок. 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. 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. Геомеханиче-

ские 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).