

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. Темлянец  
подпись  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Геомеханика

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

Квалификация выпускника  
Горный инженер (специалист)

Форма обучения  
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 5 месяцев

Год начала подготовки 2021

Новокузнецк  
2021

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

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Подземная разработка пластовых месторождений»)

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Подземная разработка рудных месторождений»)

21.05.04 «Горное дело»

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

## 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;
- Основы физики.

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

- Геотехнология строительная;
- Научно-исследовательская работа.

### 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

#### – 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 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– знать: основы законодательства в области недропользования, обеспечения пожарной и промышленной безопасности и экологии.</li> <li>– уметь: применять компьютерные программы для расчетов геомеханических параметров при управлении состояния массива горных пород.</li> <li>– владеть: методами геомеханического обеспечения открытой и подземной добычи полезных ископаемых, управления горным давлением, предотвращения сдвига горных пород, обеспечения устойчивости бортов карьеров, дегазации угольных пластов с использованием знаний в области недропользования, обеспечения пожарной и промышленной безопасности, экологии.</li> </ul> |
| Техническое проектирование          | ОПК-17: Способен применять методы обеспечения про-  | ОПК-17.1 Разрабатывает мероприятия по обеспече-   | – знать: методы оценки экологических и геомеханиче-  |

|                     |   |  |   |
|---------------------|---|--|---|
|                     | <p>мышленной 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>нию безопасности производственных процессов, оценивает преимущества и риски их применения</p>   | <p>ских факторов при эксплуатационной разведке, выборе мест размещения опасных объектов, способов и средств разрушения горных пород в массиве, требования промышленной и экологической безопасности, охраны труда .<br/> – уметь: творчески решать задачи по оценке механического состояния горных пород и горнотехнологических объектов при освоении георесурсов недр.<br/> – 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> |
| <p>Исследование</p> | <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: 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.<br/> – уметь: пользуясь</p>   |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  |  |   | <p>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, 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 прогнози-</p> |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  |   |   | <p>рования 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.<br/>– уметь: применять информационные технологии для решения производственных задач.<br/>– 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.<br/>– уметь: использовать информацию о химическом и минеральном составе земной коры, морфологические особенности месторождений твердых полезных ископаемых для оценки механических свойств массива горных пород,</p> |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  |   | <p>полей напряжений и деформаций.</p> <p>– 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 эксплуатации подземных объектов</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 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 ми-</p> |



|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  | <p>нералов, 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

|               |              |                          |                          |                          |                          |
|---------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Сессия / курс | <b>ИТОГО</b> | <b>2 сессия / 2 курс</b> | <b>3 сессия / 2 курс</b> | <b>1 сессия / 3 курс</b> | <b>2 сессия / 3 курс</b> |
|---------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

| Форма промежуточной аттестации         |                 |            |    | зачет |    | зачет с оценкой |
|--|-----------------|------------|----|-------|----|-----------------|
| Трудоёмкость                           | академ. час.    | <b>216</b> | 36 | 72    | 36 | 72              |
|  | зачетных единиц | <b>6</b>   | 1  | 2     | 1  | 2               |
| Лекции, академ. час.                   |                 | <b>2</b>   | 2  | 0     | 0  | 0               |
| в форме практической подготовки        |                 | <b>0</b>   | 0  | 0     | 0  | 0               |
| Лабораторные работы, академ. час.      |                 | <b>2</b>   | 0  | 0     | 0  | 2               |
| в форме практической подготовки        |                 | <b>0</b>   | 0  | 0     | 0  | 0               |
| Практические занятия, академ. час.     |                 | <b>2</b>   | 0  | 0     | 2  | 0               |
| в форме практической подготовки        |                 | <b>0</b>   | 0  | 0     | 0  | 0               |
| Курсовая работа / проект, академ. час. |                 | <b>0</b>   | 0  | 0     | 0  | 0               |
| в форме практической подготовки        |                 | <b>0</b>   | 0  | 0     | 0  | 0               |
| Консультации, академ. час.             |                 | <b>0</b>   | 0  | 0     | 0  | 0               |
| в форме практической подготовки        |                 | <b>0</b>   | 0  | 0     | 0  | 0               |
| Самостоятельная работа, академ. час.   |                 | <b>202</b> | 34 | 68    | 34 | 66              |
| в форме практической подготовки        |                 | <b>0</b>   | 0  | 0     | 0  | 0               |
| Контроль, академ. час.                 |                 | <b>8</b>   | 0  | 4     | 0  | 4               |
| в форме практической подготовки        |                 | <b>0</b>   | 0  | 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 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. 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 разви- | 0.25                      |                                 |

|               |  |          |          |
|---------------|--|----------|----------|
|               | тия механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения   |          |          |
| Раздел 2.     | Механические свойства горных пород и методы их определения   | 0.25     |          |
| Раздел 3.     | Естественное поле напряжений массива горных пород и его природа. Геомеханические модели сплошной и дискретной сред. Основные критерии прочности горных пород                                     | 0.25     |          |
| Раздел 4.     | Основные положения теории подобия. Математическое и физическое моделирование. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в натуральных условиях                             | 0.25     |          |
| Раздел 5.     | Динамические проявления горного давления. Горные удары. Внезапные выбросы пород и газа. Газы угольных месторождений  | 0.25     |          |
| Раздел 6.     | Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок  | 0.25     |          |
| Раздел 7.     | Формирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при открытых горных разработках. Геомеханические процессы взаимодействия массивов горных пород с подземными сооружениями | 0.5      |          |
| <b>Итого:</b> |  | <b>2</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 3.                   | Построение паспорта прочности горной породы по методу кругов Мора | 1                         |                                 |
| Раздел 7.                   | Расчет устойчивости борта карьера                                 | 1                         |                                 |
| <b>Итого:</b>               |   | <b>2</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 аналитический методы расчета касательных и нормальных напряжений на произвольной площадке | 1                         |                                 |
| Раздел 4.                   | Построение паспорта прочности по данным объемно-напряженного испытания горной породы                    | 1                         |                                 |
| <b>Итого:</b>               |   | <b>2</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;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Контрольная работа.   | 24                        |                                 |
| Раздел 2.                   | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Контрольная работа;<br>4. Оформление отчета по лабораторной работе;<br>5. Подготовка к лабораторной работе. | 28                        |                                 |
| Раздел 3.                   | 1. Изучение лекционного материала;  | 20                        |                                 |

|                 |  |            |          |
|-----------------|--|------------|----------|
|                 | 2. Изучение теоретического материала;<br>3. Контрольная работа;<br>4. Оформление отчета о практической работе;<br>5. Подготовка к практическому занятию.                                       |            |          |
| Раздел 4.       | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Контрольная работа;<br>4. Оформление отчета по лабораторной работе;<br>5. Подготовка к лабораторной работе.  | 30         |          |
| Раздел 5.       | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Контрольная работа.  | 34         |          |
| Раздел 6.       | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Контрольная работа.  | 34         |          |
| Раздел 7.       | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Контрольная работа;<br>4. Оформление отчета о практической работе;<br>5. Подготовка к практическому занятию. | 32         |          |
| <i>Контроль</i> | <i>Подготовка к зачёту</i>   | 8          |          |
| <b>Итого:</b>   |  | <b>210</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. Том 1 : Основы геомеханики / И. В. Баклашов. – Москва : МГГУ, 2004. – 208 с. : ил. – (Высшее горное образование);

2 Геомеханика : учебник для вузов : в 2 т. Том 2 : Геомеханические процессы / И. В. Баклашов, Б. А. Картозия, А. Н. Шарошенко, В. Н. Борисов. – Москва : МГГУ, 2004. – 249 с. : ил. – (Высшее горное образование);



3 Певзнер, М. Е. Геомеханика : учебник / Певзнер М. Е., Иофис М. А., Попов В. Н. – 2-е изд., стереотипн. - Москва : Горная книга, 2008. – 438 с. – ISBN 978-5-7418-0528-2. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741805282.html> (дата обращения: 10.08.2022);

4 Боровков, Ю. А. Геомеханика : учебник / Ю. А. Боровков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-4124-2. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133896> (дата обращения: 10.08.2022).

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

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / 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): «Подземная разработка пластовых месторождений»)

21.05.04 «Горное дело»

(направленность (профиль): «Подземная разработка рудных месторождений»)

21.05.04 «Горное дело»

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

**форма обучения – Заочная форма**

#### **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями учебной дисциплины являются:

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

Задачами учебной дисциплины являются:

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

массивов горных пород при ведении горных работ подземным способом.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам 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;
- Основы физики.

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

- Геотехнология строительная;
- Научно-исследовательская работа.

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

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### **– 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 ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов | 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.<br>– уметь: применять компьютерные программы для расчетов геомеханических параметров при управлении состояния массива горных пород.<br>– владеть: методами геомеханического обеспечения открытой и подземной добычи полезных иско- |

|                                   |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|
|                                   |  |  | <p>паемых, 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 .</p> <p>– уметь: творчески решать задачи по оценке механического состояния горных пород и горнотехнологических 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</p> |

|              |  |  |  |
|--------------|--|--|--|
|              |  |  | эксплуатации подземных объектов.   |
| 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  | <p>– знать: 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> <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> |
|              |  | ОПК-18.2 Планирует и выполняет теоретические, экспериментальные и лабораторные исследования, обрабатывает полученные результаты с использованием современных информационных технологий | <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</p>  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   |  | <p>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> |
| 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 осо-                | ОПК-4.4 Анализирует строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности месторождений твердых | – знать: строение Земли (литосфера, астеносфера, мантия, земное ядро, граница Мохоровичича) и земной коры (слой осадочных пород, гранитный и ба-   |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  | <p>бенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр</p>                                       | <p>полезных ископаемых для оценки напряжения и деформации, механических свойств массива горных пород</p>              | <p>зальтовый слой, глубинные структуры первого – четвертого порядка), химический и минеральный состав земной коры.<br/> – 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.<br/> – 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</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</p>  |



|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | <p>строительстве и эксплуатации подземных объектов</p> |  | <p>горных пород при объемном нагружении и прочих характеристиках, 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 учебной дисциплины

| Сессия / курс                                 |                        | <b>ИТОГО</b> | <b>2 сессия / 2 курс</b> | <b>3 сессия / 2 курс</b> | <b>1 сессия / 3 курс</b> | <b>2 сессия / 3 курс</b> |
|---|------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Форма промежуточной аттестации                |                        |              |                          | <i>зачет</i>             |                          | <i>зачет с оценкой</i>   |
| Трудоёмкость                                  | <i>академ. час.</i>    | <b>216</b>   | 36                       | 72                       | 36                       | 72                       |
|   | <i>зачетных единиц</i> | <b>6</b>     | 1                        | 2                        | 1                        | 2                        |
| Лекции, <i>академ. час.</i>                   |                        | <b>2</b>     | 2                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| в форме практической подготовки               |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>      |                        | <b>2</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 2                        |
| в форме практической подготовки               |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| Практические занятия, <i>академ. час.</i>     |                        | <b>2</b>     | 0                        | 0                        | 2                        | 0                        |
| в форме практической подготовки               |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i> |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| в форме практической подготовки               |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| Консультации, <i>академ. час.</i>             |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| в форме практической подготовки               |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>   |                        | <b>202</b>   | 34                       | 68                       | 34                       | 66                       |
| в форме практической подготовки               |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |
| Контроль, <i>академ. час.</i>                 |                        | <b>8</b>     | 0                        | 4                        | 0                        | 4                        |
| в форме практической подготовки               |                        | <b>0</b>     | 0                        | 0                        | 0                        | 0                        |

## **5 Краткое содержание учебной дисциплины**

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

Раздел 1 Исторические этапы развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения (Исторические этапы развития механики горных пород. Предмет геомеханики. Основные понятия и определения. Смежные направления научных исследований: строительная механика скальных пород и сыпучих грунтов, теория упругости и пластичности, сопротивление материалов. Основные направления и задачи геомеханики. Геомеханика, как наука о прочности, устойчивости и деформируемости массивов горных пород, горнотехнических объектов и сооружений в поле природных и техногенных сил. Магматические, осадочные и метаморфические горные породы. Геологические (петрографические) классификация горных пород по минеральному составу, структуре и текстуре. Геомеханическая классификация. Структурно-механические особенности породного массива. Горные

породы изотропные, анизотропные и квазиизотропные. Трещиноватость и слоистость горных пород. Состояние современной геомеханики и перспективы ее развития);

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

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

Раздел 4 Основные положения теории подобия. Математическое и физическое моделирование. Экспериментальные методы исследования геомеханических процессов в 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 Геомеханические процессы в массивах пород при открытых и подземных горных разработках (Геомеханические процессы в массивах пород при открытых и подземных горных разработках);

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

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

## **6 Составитель(и):**

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