

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Горбуняв Алексей Александрович

Должность: Заместитель начальника университета по учебной работе

Дата подписания: 10.07.2024 14:30:01

Уникальный программный ключ:

286e49ee1471d400cc1f45539d51ed7bbf0e9cc7

**ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ГЕОМЕХАНИКА»**

**Специальность**

**21.05.04 «Горное дело»**

**Профиль «Технологическая безопасность и  
горноспасательное дело»**

**Уровень специалитета**

Санкт-Петербург

## 1. Цели освоения дисциплины «Геомеханика»:

- получение комплекса представлений и знаний о механических процессах, действующих в массиве горных пород.

В процессе освоения дисциплины «**Геомеханика**» обучающийся формирует и демонстрирует нормативно заданные универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции (таблица 1).

### Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Геомеханика»

Таблица 1

| Компетенции | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1        | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий                                                                                                                                                                                                               |
| УК-2        | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ОПК-12      | Способен определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты                                                                                                                                                  |
| ОПК-18      | Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов                                                                                                                                                                                                                                   |
| ПК-2        | Способен обеспечивать подготовку работников в области охраны труда и промышленной безопасности при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.                                                                                                          |
| ПК-4        | Способен выявлять, идентифицировать и прогнозировать опасности, анализировать и оценивать профессиональные риски, риски аварий на опасных производственных объектах и обосновывать методы их управления при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. |
| ПК-8        | Способен разрабатывать технические решения по обеспечению безопасных условий труда при применении различных технологий разработки месторождений, освоении подземного пространства, с учетом мирового опыта и требований международных стандартов безопасности труда и охраны окружающей среды.                                           |

### Задачи дисциплины «Геомеханика»:

- изучение физико-механических свойств горных пород и методов проведения лабораторных испытаний;

- оценка начального напряженного состояния породного массива, экспериментальные и теоретические методы его определения;
- изучение геомеханических моделей поведения породного массива и области их практического применения;
- оценка устойчивости породных обнажений.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины «Геомеханика», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплины соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Планируемые задачи и результаты обучения

| Индикаторы достижения компетенции                                                                                                                                        | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Универсальная компетенция</b>                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |
| УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.                                              | Знает                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                          | фундаментальные принципы и закономерности возникновения и развития геомеханических процессов в земной коре                                |
| УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности. | методы исследования, характеризующие выделение и изучение отдельных частей объекта                                                        |
|                                                                                                                                                                          | Умеет                                                                                                                                     |
| УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.                                                 | анализировать природные опасные факторы воздействия на крепь горных выработок, подземные объекты и надземные здания и сооружения          |
|                                                                                                                                                                          | Владеет                                                                                                                                   |
| УК-2.1. Знает необходимые для                                                                                                                                            | системой изучения свойств горных пород и геомеханических процессов при добыче, строительстве и эксплуатации объектов горного производства |
|                                                                                                                                                                          | Знает                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>осуществления профессиональной деятельности правовые нормы и методологические основы принятия управленческого решения.</p>                                                                         | <p>инженерно-технические задачи, выполняемые геодезической и маркшейдерскими службами</p>                                                           |
|                                                                                                                                                                                                       | <p>закономерности распределения в недрах Земли месторождений полезных ископаемых</p>                                                                |
|                                                                                                                                                                                                       | <p>основы технологии добычи различных видов полезных ископаемых</p>                                                                                 |
| <p>УК-2.2. Умеет анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; разрабатывать план, определять целевые этапы и основные направления работ.</p>                  | <p>Умеет</p>                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                       | <p>Читать топографические карты и планы;</p>                                                                                                        |
| <p>УК-2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки продолжительности и стоимости проекта, а также потребности в ресурсах.</p>                                             | <p>Владеет</p>                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                       | <p>навыками моделирования вариантов выполнения профессиональных задач, в том числе включая работу на специализированном программном обеспечении</p> |
|                                                                                                                                                                                                       | <p>инструментальными методами решением геодезических задач на местности и в подземных условиях.</p>                                                 |
| <b>Общепрофессиональная компетенция</b>                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                     |
| <p>ОПК-12.1. Знает пространственно-геометрическое положение объектов, необходимые геодезические и маркшейдерские измерения</p>                                                                        | <p>Знает</p>                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                       | <p>основы современных технологий сбора, обработки, преобразования и представления информации</p>                                                    |
|                                                                                                                                                                                                       | <p>возможности аппаратно-программного и математического обеспечения в процессе решения задач профессиональной деятельности</p>                      |
| <p>ОПК-12.2. Умеет определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты</p> | <p>Знает</p>                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                       | <p>использовать современные информационно-коммуникационные технологии в процессе решения научно-технических и проектных задач</p>                   |
| ОПК-18.1. Знает объекты                                                                                                                                                                               | <p>Знает</p>                                                                                                                                        |

|                                                                                                                      |                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| профессиональной деятельности и их структурных элементов                                                             | физико-механические свойства горных пород, грунтов, строительных материалов и физических процессов в массивах горных пород |
|                                                                                                                      | структурно-механических особенностей поведения массива горных пород при технологическом воздействии                        |
|                                                                                                                      | способы контроля за состоянием массива горных пород, грунтов, подземных сооружений и строительных конструкций              |
| ОПК-18.2. Владеет навыками участия в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов | Владеет                                                                                                                    |
|                                                                                                                      | навыками выполнения инженерных расчётов при выполнении профессиональных задач                                              |
|                                                                                                                      | методами работы со справочной документацией, нормативными документами и проектной документацией                            |

**профессиональные компетенции:**

| Задача ПД                                                                                                    | Объект или область знания                                                                    | Код и наименование профессиональных компетенции                                                                                                                            | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий</b>                                |                                                                                              |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                         |
| Обеспечение проведения подготовки и аттестации работников в области охраны труда и промышленной безопасности | Обеспечение безопасности ведения горных работ при освоении месторождений полезных ископаемых | ПК-2. Способен обеспечивать подготовку работников в области охраны труда и промышленной безопасности при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а | ПК-2.1. Знать: нормативные требования по вопросам обучения и проверки знаний требований охраны труда и промышленной безопасности; основные требования к технологиям, оборудованию, машинам и приспособ- |

|  |  |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|--|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p> | <p>соблюдениям в части обеспечения безопасности труда; технологии, формы, средства и методы проведения инструктажей, обучения и проверки знаний по охране труда и промышленной безопасности; методы выявления потребностей в обучении работников по вопросам охраны труда и промышленной безопасности; основы психологии, педагогики, информационных технологий.</p> <p>ПК-2.2. Уметь: разрабатывать программы обучения и методические материалы по вопросам охраны труда и промышленной безопасности; проводить инструктажи по охране труда и промышленной безопасности; консультировать по вопросам разработки программ обучения, стажировок и проверки знаний требований охраны труда и промышленной безопасности; поль-</p> |
|--|--|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>зоваться современными техническими средствами обучения; оценивать эффективность обучения работников по вопросам охраны труда и промышленной безопасности; формировать отчетные документы о проведении обучения, инструктажей, стажировок и проверки знаний требований охраны труда и промышленной безопасности</p> <p>ПК-2.3. Владеть:</p> <p>навыками планирования обучения работников по вопросам охраны труда и промышленной безопасности;</p> <p>навыками проведения вводного инструктажа по охране труда, навыками обучения методам и приемам оказания первой помощи пострадавшим на производстве;</p> <p>навыками оказания методической помощи руководителям структурных подразделений в</p> |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                    | подготовке программ обучения, инструктажей по охране труда и промышленной безопасности, стажировок, инструкций по охране труда и промышленной безопасности; методами контроля проведения всех видов обучения и проверки знаний требований охраны труда и промышленной безопасности, инструктажей, стажировок по охране труда и промышленной безопасности в соответствии с нормативными требованиями. |
| <b>Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический</b>                                                                                                                                                      |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Проектирование систем защиты человека от опасных и вредных факторов производственной среды горных предприятий на основе научно-обоснованных методов и нормативных документов обеспечения безопасного ведения горных и взрывных работ | Обеспечение безопасности ведения горных работ при освоении месторождений полезных ископаемых | ПК-4. Способен выявлять, идентифицировать и прогнозировать опасности, анализировать и оценивать профессиональные риски, риски аварий на опасных производственных объектах и обосновывать методы их управления при эксплуатационной | ПК-4.1. Знать: основные техносферные опасности горного производства, их свойства и методы их идентификации и прогноза; специфику воздействия вредных и опасных факторов применительно к сфере своей профессиональной деятельности; методы защиты от основных                                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>при применении различных технологий разработки месторождений, освоении подземного пространства, с учетом мирового опыта и требований международных стандартов безопасности и охраны окружающей среды.</p> |  | <p>разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p> | <p>опасных факторов при строительстве и эксплуатации подземных объектов.<br/> ПК-4.2. Уметь: выбирать методы защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов; анализировать и оценивать профессиональные риски, в том числе риски аварий на опасных производственных объектах; оперативно и грамотно решать вопросы минимизации риска, профилактики и ликвидации аварийных ситуаций и их последствий, текущие задачи и планируемые мероприятия по промышленной безопасности и охране труда на производстве.<br/> ПК-4.3. Владеть: методами выявления и прогнозирования динамики развития воздействия опасных факторов сферы производства, методами обеспечения безопасных режимов работы оборудования</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | горных предприятий в период строительства и эксплуатации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Разработка проектных решений по эксплуатации технических систем и оборудования для обеспечения эффективной и безопасной реализации технологических процессов при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов различного назначения. | Обеспечение безопасности ведения горных работ при освоении месторождений полезных ископаемых | ПК-8. Способен разрабатывать технические решения по обеспечению безопасных условий труда при применении различных технологий разработки месторождений, освоении подземного пространства, с учетом мирового опыта и требований международных стандартов безопасности труда и охраны окружающей среды. | <p>ПК-8.1. Знать: организационные и технические основы безопасности производственных процессов, предотвращения и ликвидации последствий аварий и катастроф антропогенного характера, законодательные и нормативно-технические акты, регулирующие безопасность горного производства, а также основные документы, регламентирующие нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду.</p> <p>ПК-8.2. Уметь: разрабатывать и реализовывать проекты по безопасному ведению горных работ в сложных горно-геологических условиях; использовать законодательную базу для установления уровней допустимых</p> |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>негативных воздействий на человека и окружающую среду, а также для реализации методов их определения.</p> <p>ПК-8.3. Владеть:</p> <p>методами обеспечения безопасного ведения горных и взрывных работ при применении различных технологий разработки месторождений;</p> <p>навыками проектирования систем защиты человека от опасных и вредных факторов производственной среды горных предприятий.</p> |
|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **3. Место дисциплины «Геомеханика» в структуре основной профессиональной образовательной программы (далее – ОПОП)**

Дисциплина «Геомеханика» входит в базовую часть блока дисциплин по специальности 21.05.04 «Горное дело», направление (профиль) "Технологическая безопасность и горноспасательное дело"

### **4. Структура и содержание дисциплины.**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 час.

#### 4.1 Объем дисциплины «Геомеханика» и виды учебной работы для очной формы обучения 5,5 лет

| Вид учебной работы                                | Всего часов | Семестры  |
|---------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                                                   |             | 7         |
| Общая трудоемкость дисциплины в часах             | 144         | 144       |
| Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах | 4           | 4         |
| <b>Контактные часы (всего)</b>                    | <b>66</b>   | <b>66</b> |
| Лекции                                            | 28          | 28        |
| Практические занятия                              | 38          | 38/6      |
| Самостоятельная работа (всего)                    | 42          | 42        |
| <b>Вид аттестации (экзамен)</b>                   | <b>+</b>    | <b>+</b>  |

#### 4.2 Разделы дисциплины «Геомеханика» и виды занятий для очной формы обучения 5,5 лет

| № п/п | Наименование разделов и тем | Всего часов | Количество часов по видам занятий |                      |                      |                    | Самостоятельная работа | Примечание |
|-------|-----------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------|
|       |                             |             | лекции                            | Лабораторные занятия | Практические занятия | Контрольные работы |                        |            |
| 1     | 2                           | 3           | 4                                 | 5                    | 6                    | 7                  | 8                      | 9          |

|                             |                                                                |             |    |  |      |  |    |  |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------|----|--|------|--|----|--|
| 1.                          | Тема № 1. Основное содержание дисциплины «Геомеханика».        | 26          | 6  |  | 8/2  |  | 12 |  |
| 2.                          | Тема № 2 Реологические свойства горных пород.                  | 26          | 6  |  | 8/2  |  | 12 |  |
| 3.                          | Тема № 3 Понятие об устойчивости породного массива.            | 30          | 8  |  | 4    |  | 18 |  |
| 4.                          | Тема № 4. Геомеханические процессы под влиянием горных работ . | 34          | 6  |  | 10/2 |  | 18 |  |
| 5.                          | Тема № 5. Геомеханическая служба горного предприятия.          | 24          | 6  |  | 6    |  | 12 |  |
| Зачёт                       |                                                                | 4           |    |  | 4    |  |    |  |
| Итого по курсу за 7 семестр |                                                                | 144<br>(72) | 32 |  | 40   |  | 72 |  |
| ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ         |                                                                | 144<br>(72) | 32 |  | 40   |  | 72 |  |

### 4.3 Содержание дисциплины «Геомеханика».

#### **Тема 1. «Цель и задачи дисциплины геомеханика, общие сведения о горных породах и массивах горных пород. Физические свойства горных пород».**

Прочностные свойства горных пород. Понятие о прочности материала.

Определение прочности горных пород на одноосное сжатие. Определение прочности горных пород на одноосное растяжение. Определение объемной прочности горных пород. Теории прочности горных пород. Деформационные свойства горных пород. Методы определения деформационных свойств горных пород. Модуль упругости и модель деформации. Коэффициент Пуассона и коэффициент поперечной деформации.

#### **Самостоятельная работа.**

Методы и средства пространственно-геометрических измерений при выполнении специальных маркшейдерских работ при открытой разработке месторождений.

### **Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [1-2]

### **Тема 2. «Реологические свойства горных пород».**

Понятие о ползучести и релаксации горных пород. Реологические модели горных пород. Длительная и мгновенная прочность горных пород. Длительные и мгновенные деформационные свойства горных пород. Методы определения реологических свойств горных пород. Механические свойства горных пород при наличии структурно-механических ослаблений. Понятие об анизотропии горных пород. Трещиноватость массива горных пород. Связь между механическими свойствами горной породы и горного массива. Классификационные системы массива горных пород.

### **Самостоятельная работа.**

1.Маркшейдерско-геодезический контроль состояния откосных сооружений. Конструкции наблюдательных станций.

2. Общие сведения об устойчивости бортов, откосов отвалов и дамб.

### **Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [1-2]

### **Тема 3. Понятие об устойчивости породного массива.**

Начальное напряженно состояние породного массива. Понятие о напряжениях и деформациях. Главные напряжения и деформации. Теоретические методы определения начального напряженного состояния породного массива. Натурные методы определения начального напряженного состояния породного массива. Факторы, оказывающие влияние на начальное напряженное состояние породного массива. Понятие о поровом давлении. Напряженное состояние вокруг породных обнажений. Напряженное состояние вокруг породного обнаже-

ния круглой и овальной формы. Напряженное состояние в окрестности взаимовлияющих породных обнажений. Факторы влияющие на напряженное состояние в окрестности породных обнажений. Общие сведения о геомеханических моделях породного массива. Понятие о геомеханических моделях породного массива. Классификация геомеханических моделей породного массива. Основы теории упругости, пластичности, ползучести. Основы численных методов расчета.

Методика расчета напряженно-деформированного состояния породного массива.

Расчетно-графическая работа «Последовательность определения расчетных показателей сцепления, угла внутреннего трения, плотности горных пород с использованием номограммы».

#### **Самостоятельная работа.**

1. Зоны сдвижения.
2. Параметры сдвижения.
3. Основные горно-геологические и горно-технологические факторы, определяющие характер сдвижения горных пород.

##### **1. Рекомендуемая литература.**

2. Основная литература: [1]
3. Дополнительная литература: [1-2]

#### **Тема 4. «Геомеханические процессы под влиянием горных работ. Критерии устойчивости породного массива».**

Понятие об устойчивости породного массива. Виды потери устойчивости породного массива. Критерий оценки устойчивости массива по фактору вывалобразования. Критерий оценки устойчивости породного массива по напряженности. Критерий оценки устойчивости породного массива по деформациям. Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием горных разработок. Основные понятия и термины. Зоны сдвижения. Мульда сдвижения. Углы сдвижения. Основные горно-геологические и горно - технологические фак-

торы, влияющие на характер сдвижения горных пород. Стадии процесса сдвижения. Безопасная глубина, основные понятия о предрасчете деформации земной поверхности. Охрана сооружений от вредного влияния горных работ. Правила охраны сооружений. Построение предохранительных целиков.

Расчетно-графическая работа «Расчет основных параметров мульды сдвижения, построение типовой кривой»

### **Самостоятельная работа.**

Методы контроля состояния породных массивов и процессов, происходящих в них под влиянием горных работ.

### **Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [1-2]

## **Тема 5. «Геомеханическая служба горного предприятия».**

Применение спутниковых, навигационных и инерциальных систем в маркшейдерии и горном деле. Автоматизированные системы маркшейдерского обеспечения горных работ. Основные направления развития геомеханики в начале 21 века. Автоматизированная система ведения маркшейдерских работ. Геоструктура. Автоматизированная система для решения геолого-структурных задач. Компьютерное моделирование геомеханических процессов.

Диагностическое обследование объектов с помощью специализированных комплексов при решении задач геомеханики.

### **Самостоятельная работа.**

1. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости.

2. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений.

### **Рекомендуемая литература.**

Основная литература: [1]

Дополнительная литература: [1-2]

## **5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Геомеханика»**

### **5.1 Образовательные технологии**

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цель лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Лабораторно-практические занятия.** Цели лабораторно-практических занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой.
- главным содержанием этого вида занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам усвоения дисциплины.**

Оценочные средства разрабатывается и утверждается как самостоятельный системный документ, регламентирующий организацию процедуры диагностики достигнутого уровня предметной и нормативно заданных компетенций в процессе изучения дисциплины «Геомеханика».

### **6.1. Примерный перечень вопросов по дисциплине «Геомеханика» для зачёта в 7 семестре:**

1. Основное содержание дисциплины, ее связь с другими курсами. Ведущие отечественные и зарубежные ученые в области геомеханики.
2. Общие сведения о горных породах и массивах горных пород; структурно-текстурные особенности массивов горных пород и их оценка.
3. Понятие о прочности материала. Определение прочности горных пород на одноосное сжатие.
4. Определение объемной прочности горных пород.
5. Теории прочности горных пород.
6. Методы определения деформационных свойств горных пород.
7. Коэффициент Пуассона и коэффициент поперечной деформации.
8. Модуль упругости и модель деформации.
10. Понятие о ползучести и релаксации горных пород. Реологические модели горных пород
11. Длительная и мгновенная прочность горных пород.
12. Длительные и мгновенные деформационные свойства горных пород.
13. Методы определения реологических свойств горных пород.
14. Теоретические методы определения начального напряженного состояния породного массива.
15. Натурные методы определения начального напряженного состояния породного массива.
16. Факторы, оказывающие влияние на начальное напряженное состояние породного массива.
17. Понятие о поровом давлении.

18. Общие сведения о геомеханических моделях породного массива.
19. Понятие о геомеханических моделях породного массива.
20. Классификация геомеханических моделей породного массива.
21. Основы теории упругости, пластичности, ползучести . Основы численных методов расчета.
22. Упругая модель поведения породного массива. Физическая формулировка модели. Математическая формулировка модели. Область применения.
23. Виды потери устойчивости породного массива.
24. Критерий оценки устойчивости массива по фактору вывалообразования.
25. Критерий оценки устойчивости породного массива по напряженности.
26. Критерий оценки устойчивости породного массива по деформациям.
27. Изменение напряженно-деформированного состояния пород вокруг проводимых выработок и подземных сооружений.
28. Устойчивость породных обнажений в подземных горных выработках и сооружениях.
29. Оценка устойчивости обнажений пород при подземной и открытой разработке месторождений полезных ископаемых.
30. Зоны сдвижения. Параметры сдвижения.
31. Основные горно-геологические и горно-технологические факторы, определяющие характер сдвижения горных пород.
32. Геомеханические процессы в массивах пород вокруг подземных очистных выработок по одиночным пластам.

33. Геомеханические процессы в массивах пород вокруг выработок по рудным телам.
34. Опорное давление в зонах влияния очистных работ и особенности его формирования. Параметры зон опорного давления.
35. Сдвигения пород массива, подработанных очистными работами.
36. Напряженное состояние горных пород в бортах и уступах карьеров и основные влияющие на него факторы.
37. Деформации бортов и уступов открытых горных выработок. Классификации деформаций карьерных откосов (обрушения, оползни, осыпания и др.).
38. Методы контроля состояния породных массивов и процессов, происходящих в них под влиянием горных работ.
39. Методы и средства исследования напряженного состояния массива, деформаций, смещений и сдвигения массива.
40. Прогноз горных ударов и внезапных выбросов. Физическая сущность способов прогноза.
41. Расчет степени подработки от влияния горных работ.
42. Моделирование геомеханических процессов. Общие положения.
43. Метод эквивалентных материалов. Поляризационно-оптический метод.
44. Методы контроля состояния породных массивов и процессов, происходящих в них под влиянием горных работ.
45. Применение спутниковых, навигационных и инерциальных систем в маркшейдерии и горном деле.
46. Автоматизированные системы маркшейдерского обеспечения горных работ.

47. Основные направления развития геомеханики в начале 21 века.
48. Автоматизированная система ведения маркшейдерских работ .
49. Автоматизированная система ведения буровзрывных работ.
50. Горные удары и условия их возникновения.
51. Механизм и энергия горного удара.
52. Классификация горных ударов.
53. Внезапные выбросы горных пород и газа.
54. Условия возникновения. Природа и механизм внезапных выбросов.
55. Энергия внезапных выбросов. Классификация выбросов.
56. Компьютерное моделирование геомеханических процессов.
57. Маркшейдерское обеспечение безопасного ведения горных работ: в зонах повышенного горного давления; опасных по горным ударам, внезапным выбросам угля и газа; у затопленных выработок; под водными объектами на поверхности, в зонах геологических нарушений.
58. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости, основные положения.
59. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений, основные положения.

## **6.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок.**

На экзамене используется традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся

Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 4.

Таблица 4

| Форма контроля | Показатели оценивания         | Критерии выставления оценок                                                                                                                                                                                                                                                                           | Шкала оценивания                              |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| экзамен        | правильность и полнота ответа | оценку <b>«отлично»</b> заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. | Высокий уровень «5» (отлично)                 |
|                |                               | оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.                                                              | Средний уровень «4» (хорошо)                  |
|                |                               | оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        | Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     |
|                |                               | оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.                                                                                                     | Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) |

## 7. Ресурсное обеспечение дисциплины «Геомеханика»

### 7.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- Astra Linux Common Edition релиз Орел [ПО-25В-603] - Операционная система общего назначения "Astra Linux Common Edition" [Коммерческая (Full

Package Product). Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4433]

- Яндекс Браузер для организаций (бесплатный функционал) [ПО-С52-373] - Браузер позволяет общаться с Голосовым помощником Алисой, фильтрует рекламу, защищает личные данные. [Бесплатная. Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 3722]

- МойОфис Образование [ПО-41В-124] - Полный комплект редакторов текстовых документов и электронных таблиц, а также инструментарий для работы с графическими презентациями [Свободно распространяемое. Номер в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных - 4557]

- nanoCAD - Двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения.

## **7.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Предусмотрен выход в глобальную сеть Internet, что дает возможность использовать

- <http://magbvt.ru/jornal.html>;
- [https://www.prj-exp.ru/gost/gost\\_34-003-90.php](https://www.prj-exp.ru/gost/gost_34-003-90.php)

## **7.3. Литература**

### **Основная литература:**

1. Опарин В.Н. Методы и измерительные приборы для моделирования и натурных исследований нелинейных деформационно-волновых процессов в блочных массивах горных пород [Электронный ресурс] / В.Н. Опарин, Б.Д. Аннин, Ю.В. Чугуй. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2007. — 320 с. — 978-5-7692-0938-3. — *Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/15796.html>

### **Дополнительная литература:**

1. Першин В.В., Назаров Д.И. Основы горного дела (строительная геотехнология), 2013 г." - коллекция "Инженерно-технические науки - КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева.

*Режим доступа:* <https://e.lanbook.com/reader/book/69546/#3>

2. Опарин В.Н. Методы и системы сейсмодеоформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов. Том 2 [Электронный ресурс] / В.Н. Опарин, С.Н. Багаев, А.А. Маловичко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2010. — 261 с. — 978-5-7692-1134-8. — *Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/15798.html>

#### **7.4. Материально-техническое обеспечение**

Для материально-технического обеспечения дисциплины на ряде практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными ЭВМ, объединенными в локальную вычислительную сеть и имеющими доступ к сети Интернет.

Для обучения по дисциплине также используются следующие технические средства обучения:

1. Мультимедийный проектор.
2. Персональные компьютеры.
3. Интерактивная доска.

**Автор:** Николашин С.Ю.