

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.08 Геомеханика

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии
с федеральным государственным образовательным стандартом и учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы
по специальности**

21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
направленность (профиль) «Физические процессы горного производства»

(код и наименование направления подготовки
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

высшее образование – специалитет

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

горный инженер (специалист)

квалификация

очная

форма обучения

2021

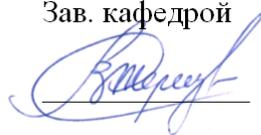
год набора

Составитель:

Аведисян И.М.,
доцент кафедры горного дела, наук о
Земле и природообустройстве

Утверждено на заседании кафедры горного
дела, наук о Земле и природообустройстве
(протокол № 7 от 20 мая 2021 г.)

Зав. кафедрой



С.В.Терещенко

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) –

Целью изучения дисциплины «Геомеханика» является формирование у студентов знаний об основных закономерностях развития геомеханических процессов в массивах горных пород.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
<p>ПК-1. Способен применять методы анализа и обобщения горно-геологических условий при решении конкретных профессиональных задач эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов;</p>	<p>ПК-1.1. Демонстрирует базовые знания анализа и обобщения горно-геологических условий при решении конкретных профессиональных задач эксплуатационной разведки и добычи полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p> <p>ПК-1.2. Оценивает надежность и техногенный риск при решении конкретных профессиональных задач.</p> <p>ПК-1.3. Применяет на практике теории принятия управленческих решений и методов экспертных оценок.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные характеристики горно-геологических условий при добыче твердых полезных ископаемых; – современные технологии обеспечения безопасности на объектах профессиональной деятельности; – методы определения параметров объектов профессиональной деятельности; – способы и средства введения горных работ при подземной, открытой, строительной геотехнологиях. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять полученные знания горно-геологических условий в практической деятельности горного инженера; – анализировать и обобщать результаты решения задач профессиональной деятельности связанных. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами анализа горно-геологических условий месторождений; – навыками анализа и обобщения горно-геологических условий месторождения с целью обоснования применения технических средств при эксплуатационной разведке и добычи полезных ископаемых.
<p>ПК-2. Способен разрабатывать, согласовывать и утверждать технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок выполнения горных, взрывных и горно-строительных работ, а также работ, связанных с переработкой полезных ископаемых, следить за выполнением требований технической документации на производство работ, действующих норм, правил и стандартов</p>	<p>ПК-2.1. Разрабатывает согласовывает и утверждает в установленном порядке планы мероприятий, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, взрывных и горно-строительных работ, а также работ, связанных с переработкой полезных ископаемых.</p> <p>ПК-2.2. Следит за выполнением требований технической документации на производство работ, действующих норм, правил и стандартов.</p> <p>ПК-2.3. Контролирует соответствие проектов требованиям стандартов, техническим условиям и других нормативных документов промышленной</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации горных предприятий; – законодательные и нормативно-технические акты, регулирующие безопасность горного производства; – методы контроля, согласования и утверждения в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность выполнения горных, горно-строительных и взрывных работ. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать комплексные мероприятия по охране окружающей среды; – разрабатывать, согласовывать и утверждать технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок выполнения горных, взрывных и горно-строительных работ, а также работ, связанных с переработкой полезных ископаемых, следить за выполнением требований технической документации на производство работ, действующих норм, правил и стандартов;

	<p>безопасности.</p>	<p>– разрабатывать и реализовывать проекты по безопасному ведению горных работ в сложных горно-геологических условиях.</p> <p>Владеть:</p> <p>– методами оценки уровня промышленной безопасности на производственных объектах;</p> <p>– методами разработки нормативной документации (инструкций) по соблюдению требований при ведении горных работ.</p>
<p>ПК-5. Способен осуществлять прогноз динамических явлений в массивах горных пород и геомеханический мониторинг состояния недр при разработке месторождений полезных ископаемых</p>	<p>ПК-5.1. Демонстрирует владение основными методами контроля, оценки напряженно-деформированного состояния массива и мониторинга геомеханических процессов при разработке месторождений.</p> <p>ПК-5.2. Разрабатывает мероприятия по прогнозу геодинамических явлений</p> <p>ПК-5.3. Демонстрирует владение основными методами и средствами технического контроля в условиях действующего горного производства.</p>	<p>Знать:</p> <p>– горные породы, физико-механические и технологические свойства горных пород и массивов;</p> <p>– основные характеристики горно-геологических условий при добыче твердых полезных ископаемых;</p> <p>– развитие механических процессов в горных массивах, происходящих в результате нарушения естественного напряженного состояния при ведении горных работ; способы и средства ведения горных работ;</p> <p>– закономерности изменений естественных напряжений в породных массивах под влиянием горных работ и формирования новых полей напряженно-деформированного состояния массива;</p> <p>– классификацию геодинамических явлений</p> <p>методы контроля и прогноза геодинамических явлений.</p> <p>Уметь:</p> <p>– определять физико-механические и технологические свойства горных пород, применять полученные знания горно-геологических условий в практической деятельности;</p> <p>– выбирать оптимальную систему обработки месторождения с учетом геоморфологических особенностей формирования рудой залежи и качества полезного ископаемого;</p> <p>– определять основные физические параметры горных пород в лабораторных условиях и обрабатывать экспериментальные данные по свойствам пород</p> <p>– рассчитывать параметры геомеханических процессов, происходящих в массивах пород при ведении в них горных работ.</p> <p>Владеть:</p> <p>– методами расчета напряженного состояния горных пород и способами поддержания выработанного пространства, навыками анализа горно-геологических условий месторождений;</p> <p>– компьютерными методами расчета рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр;</p> <p>– навыками рассчитывать параметры геомеханических процессов, происходящих в массивах пород при ведении в них горных работ.</p>

3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина (модуль) «Геомеханика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений программы блока Б1.

Для успешного освоения дисциплины, приобретения необходимых знаний, умений и компетенций к началу изучения дисциплины «Геомеханика» студент должен обладать соответствующими знаниями, умениями и компетенциями, полученными при изучении учебных дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Геология», «Подземная геотехнология», «Введение в специальность».

В свою очередь, «Геомеханика» представляет собой методологическую базу для усвоения студентами содержания многих дисциплин, в том числе «Геомеханическое обеспечение горных и горностроительных работ», «Горная геофизика», «Физико-технический контроль и мониторинг массива горных пород и процессов горного производства», «Технология и безопасность взрывных работ» и др.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы или 108 часов (из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС		Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ			Общее количество часов на СРС	из них – на курсовой проект		
3	5	3	108	14	14	16	44	8	64	-	-	-
Итого:		3	108	14	14	16	44	8	64	-	-	зачет

В интерактивной форме часы используются в виде: группой дискуссии

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1	Основные понятия геомеханики.	0,5			0,5		3	
2	Структурные особенности массивов горных пород.	1			1		3	
3	Основные свойства горных пород.	0,5			0,5		3	
4	Естественное поле напряжений массива горных пород.	0,5			0,5		3	
5	Методы определения свойств горных пород.	1	4	4	9	2	3	
6	Методы исследования напряжённого состояния массива горных пород и его	0,5	2	4	6,5	2	3	

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
	изменений во времени.							
7	Методы исследования состояния массива пород вокруг выработок и взаимодействия пород с крепью.	0,5			0,5		3	
8	Методы геомеханического мониторинга массива горных пород.	0,5		4	4,5		3	
9	Аналитические методы исследования. Математические модели массива горных пород.	0,5			0,5		4	
10	Аналитические методы исследования. Математические модели объектов геомеханики.	0,5		4	4,5		3	
11	Приближённые методы вычисления параметров напряжённо-деформированного состояния горных пород вокруг системы выработок.	0,5			0,5		3	
12	Проявления горного давления в капитальных и подготовительных выработках.	0,5	4		4,5	2	3	
13	Проявления горного давления в очистных выработках.	1			1		3	
14	Устойчивость целиков и обнажений горных пород.	1	4		5	2	4	
15	Динамические проявления горного давления в массивах пород. Горные удары.	0,5			0,5	2	3	
16	Газодинамические проявления горного давления в массивах пород. Внезапные выбросы пород и газа.	0,5			0,5		3	
17	Прогноз и предупреждение опасных динамических проявлений горного давления.	2,5			2,5		4	
18	Сдвигение горных пород при подземной разработке.	0,5			0,5		4	
19	Методы охраны объектов и сооружений в зоне влияния горных работ.	0,5			0,5	2	3	
20	Сдвигение горных пород при открытой разработке.	0,5			0,5		3	
	Зачет							-
	Итого:	14	14	16	44	8	64	-

Содержание разделов дисциплины:

Тема 1. Основные понятия геомеханики. Предмет и сущность геомеханики. Основные направления и задачи. Объект исследования и общая методология исследований. Основы напряжённо-деформированного состояния в точке сплошной среды. Основы общей теории поля напряжений и деформаций в сплошной среде. Использование моделей дискретных сред. Исторический очерк развития геомеханики.

Тема 2. Структурные особенности массивов горных пород. Общие сведения о строении Земли, верхней мантии и земной коры. Состав литосферы, общая систематика горных пород. Петрографические особенности горных пород. Тектонические структуры земной коры и верхней мантии. Виды структурных неоднородностей, массивов горных пород, классификация. Иерархично-блочная модель массива горных пород.

Тема 3. Основные свойства горных пород. Классификация основных свойств горных пород, используемых в геомеханике. Плотностные, механические и горно-технологические свойства.

Тема 4. Естественное поле напряжений массива горных пород. Напряжённо-деформированное состояние верхней части земной коры. Гравитационная составляющая

полного тензора напряжений массива пород. Тектоническая составляющая полного тензора напряжений массива пород.

Тема 5. Методы определения свойств горных пород. Определение свойств горных пород с учётом структурных неоднородностей высших порядков: плотностных, деформационных и акустических, прочностных, запредельных характеристик, при динамических нагрузках, реологических параметров, в условиях объёмного напряжённого состояния. Определение свойств горных пород с учётом низших порядков структурных неоднородностей: плотностных, деформационных, прочностных. Определение геометрических параметров структурных неоднородностей. Классификация массивов горных пород.

Тема 6. Методы исследования напряжённого состояния массива горных пород и его изменений во времени. Методы измерения статических напряжений. Методы измерения динамических напряжений. Методы диагностики характера напряжённого состояния массива горных пород и основные положения методики экспериментального определения полного тензора начальных напряжений массива.

Тема 7. Методы исследования состояния массива пород вокруг выработок и взаимодействия пород с крепью. Экспериментальное определение параметров зоны неупругих деформаций вокруг выработок. Методы изучения взаимодействия пород с крепью.

Тема 8 Методы геомеханического мониторинга массива горных пород. Сущность и назначение работ по организации мониторинга состояния внешней среды при разработке месторождений полезных ископаемых и подземном строительстве. Пример организации геомеханического мониторинга для подземных сооружений с ядерными технологиями. Системы геомеханического контроля состояния массива горных пород.

Тема 9. Аналитические методы исследования. Математические модели массива горных пород. Модели сплошной среды - упругая, пластическая, вязкоупругая, упруго-пластическая, вязко-упруго-пластическая. Модели дискретных сред - блочная и иерархично-блочная модели.

Тема 10. Аналитические методы исследования. Математические модели объектов геомеханики. Определение напряжённо-деформированного состояния пород вокруг одиночной горной выработки. Распределение напряжений вокруг одиночных выработок при различных формах поперечного сечения. Определение параметров зон хрупкого разрушения пород вокруг выработок. Напряжённое состояние пород в условиях взаимного влияния выработок.

Тема 11. Приближённые методы вычисления параметров напряжённо-деформированного состояния горных пород вокруг системы выработок. Численные методы. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Метод интегральных уравнений

Тема 12. Проявления горного давления в капитальных и подготовительных выработках. Типы проявлений горного давления в капитальных и подготовительных выработках. Задачи управления горным давлением и основные принципы выбора крепи горных выработок

Тема 13. Проявления горного давления в очистных выработках. Характерные особенности и виды проявлений горного давления. Задачи управления горным давлением в очистных выработках. Напряжённо-деформированное состояние пород вокруг очистной выработки. Зоны опорного давления и разгрузки. Взаимное влияние очистных выработок при разработке обособленных и сближенных пластов и жил. Основные принципы выбора способа управления горным давлением при ведении очистных работ.

Тема 14. Устойчивость целиков и обнажений горных пород. Основные принципы определения размеров устойчивых целиков и обнажений пород в очистных выработках. Предельные размеры обнажений пород в очистных выработках. Несущая способность целиков в условиях упругого деформирования и хрупкого разрушения. Несущая способность целиков при их склонности к неупругому деформированию. Учёт динамических воздействий взрывных работ при определении оптимальных параметров очистных выработок и целиков.

Тема 15. Динамические проявления горного давления в массивах пород. Горные удары. Общие сведения. Формы динамических проявлений горного давления. Классификация динамических проявлений горного давления. Условия возникновения динамических

проявлений горного давления и представления об их механизме. Баланс энергии динамических проявлений горного давления.

Тема 16. Газодинамические проявления горного давления в массивах пород. Внезапные выбросы пород и газа. Проявление внезапных выбросов при разработке полезных ископаемых. Условия возникновения внезапных выбросов и представления об их механизме.

Тема 17. Прогноз и предупреждение опасных динамических проявлений горного давления. Общие положения. Прогноз и регистрация динамических проявлений горного давления. Методы прогноза удароопасности и выбросоопасности на различных стадиях освоения месторождений. Способы предупреждения горных ударов и внезапных выбросов пород и газа. Региональные меры предупреждения горных ударов и внезапных выбросов: опережающая отработка защитных пластов, мероприятия по дегазации и увлажнению выбросоопасных пород. Локальные меры предупреждения горных ударов и внезапных выбросов. Принципы ведения горных работ в условиях возможного проявления горных ударов и внезапных выбросов. Вскрытие пластов и залежей. Выбор системы разработки. Выемка целиков, опасных по горным ударам. Защита людей от горных ударов и внезапных выбросов.

Тема 18. Сдвигение горных пород при подземной разработке. Основные понятия. Параметры процесса сдвижения. Область сдвижения. Зоны сдвижения. Особенности развития процессов сдвижения для различных типов месторождений. Факторы, влияющие на процесс сдвижения. Методы определения основных параметров процесса сдвижения по результатам натурных наблюдений. Краткая характеристика расчётных методов сдвижений и деформаций земной поверхности.

Тема 19. Методы охраны объектов и сооружений в зоне влияния горных работ. Основные принципы выбора мер охраны. Профилактические меры охраны. Горнотехнические меры охраны. Методы ведения горных работ при подработке сооружений. Ведение горных работ при отработке свит пластов. Подработка водных объектов. Предохранительные целики. Конструктивные меры защиты подрабатываемых сооружений.

Тема 20. Сдвигение горных пород при открытой разработке. Формы проявления сдвижения пород при открытой разработке. Наблюдения за сдвижением пород на карьерах. Методы расчёта устойчивости уступов и бортов карьеров. Расчёт устойчивости отвалов. Противооползневые мероприятия на карьерах.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Основная литература:

1. Баклашов И.В. и др. Геомеханика. Учебник для вузов. В 2-х тт. Т.1- М.: МГГУ, 2004. - 209 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=79181&sr=1

2. Баклашов И.В. и др. Геомеханика. Учебник для вузов. В 2-х тт. Т.2. - М.: МГГУ, 2004. - 259 с.- [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=79180&sr=1

Дополнительная литература:

3. Гальперин А.М. Геомеханика открытых горных работ. Учебник. - М.: МГГУ, 2004 - 467с.-[Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=79128&sr=1

4. Геомеханика. Учебное пособие / Э.В. Каспарьян и др. - М.: Высшая школа, 2006. - 503 с.

5. Макаров, А.Б. Практическая геомеханика: Пособие для горных инженеров / А.Б. Макаров. - М. : Горная книга, 2006. - 380 с. - I[Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79486>

6. Певзнер, М.Е. Геомеханика : учебник для вузов / М.Е. Певзнер, М.А. Иофис, В.Н. Попов. - М. : Московский государственный горный университет, 2008. - 437 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79186>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебная мебель, ПК, оборудование для демонстрации презентаций, наглядные пособия;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МАГУ;
- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);
- кабинет взрывного дела, технологии и безопасности взрывных работ.

7.1.1. Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:

1. Microsoft Windows.

7.1.2. Лицензионное программное обеспечение зарубежного производства:

Не предусмотрено.

7.1.3. Свободно распространяемое программное обеспечение отечественного производства:

Не предусмотрено.

7.1.4. Свободно распространяемое программное обеспечение зарубежного производства:

Не предусмотрено.

7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:

1. "Образовательная платформа ЮРАЙТ" (ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"); режим доступа: www.urait.ru

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" (ООО "НексМедиа"); режим доступа: www.biblioclub.ru

3. Коллекция "Информатика - Издательство Лань" ЭБС ЛАНЬ (ООО "Издательство ЛАНЬ"); режим доступа: www.lanbook.com

7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. Информационно-аналитическая система SCIENCEINDEX.
2. Электронная база данных Scopus.
3. Базы данных компании CLARIVATEANALYTICS.

7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.

2. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.

8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ

Не предусмотрено.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.