

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Исаев Игорь Магомедович  
 Должность: Проректор по учебной работе  
 Дата подписания: 09.07.2023 17:12:31  
 Уникальный идентификатор:  
 d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Геомеханические процессы**

Закреплена за подразделением Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля

Направление подготовки 21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Профиль

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144 Формы контроля в семестрах:  
 в том числе: экзамен 7

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 22

часов на контроль 54

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	22	22	22	22
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.тн, доцент, Скворцов Алексей Александрович*

Рабочая программа

**Геомеханические процессы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, 21.05.05-СФП-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.05 ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОГО ИЛИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОИЗВОДСТВА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля**

Протокол от 25.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Винников Владимир Александрович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	сформировать знания о закономерностях геомеханических процессов деформирования, перераспределения напряжений и разрушения породных массивов под влиянием горных работ, необходимые для дальнейшего углубленного изучения дисциплин в области их будущей профессиональной деятельности.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Измерения в физическом эксперименте	
2.1.2	Иностранный язык	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Физико-технический контроль минерального сырья, продукции и отходов предприятий горной промышленности	
2.2.2	Геомеханическое обеспечение подземного строительства	
2.2.3	Методы и средства геоконтроля	
2.2.4	Радиационный контроль и безопасность технологических процессов в горном деле	
2.2.5	Геомеханическое обеспечение горных работ	
2.2.6	Лабораторные методы структурной диагностики геоматериалов	
2.2.7	Моделирование физических процессов горного производства	
2.2.8	Приборы для геофизических исследований	
2.2.9	Управление запасами и качеством минерального сырья	
2.2.10	Аппаратурное обеспечение геомеханических измерений	
2.2.11	Взрывное разрушение горных пород	
2.2.12	Геофизические исследования скважин	
2.2.13	Измерение быстропротекающих процессов	
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Преддипломная практика	
2.2.16	Прикладные аспекты геомеханики	
2.2.17	Программное обеспечение геомеханических расчетов	
2.2.18	Теория и практика георадиолокации	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами</b>
<b>Знать:</b>
ПК-5-31 Закономерности поведения породных массивов и подземных сооружений при протекании геомеханических процессов на горном производстве
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 Закономерности изменения напряженно-деформированного состояния породных массивов и подземных сооружений при протекании геомеханических процессов
<b>ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-5-У1 Использовать полученные знания для выбора постановки и задачи исследования

<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Осуществлять выбор расчетных схем, поиска и принятия исходных расчетных данных для проведения прогнозов устойчивости подземных сооружений
<b>ПК-5: способность организовывать работу специализированных служб контроля качества минерального сырья и готовой продукции, неразрушающего контроля объектов горного производства, прогноза опасных динамических явлений, обеспечения безопасности, горной геофизики, экологического контроля и мониторинга, а также осуществлять руководство этими службами</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 Методиками определения потенциально опасных участков производства с точки зрения протекания неблагоприятных геомеханических процессов
<b>ПК-2: способность осуществлять контроль, прогноз и мониторинг: строения, структуры, свойств и состояния геологической среды, качества минерального сырья и конечной продукции горного производства, опасных геодинамических явлений, состояния окружающей среды, горной техники различного назначения при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Практическими навыками выполнения инженерных расчетов по определению устойчивости подземных сооружений при прогнозировании опасных явления

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Геомеханические процессы</b>							
1.1	Напряженно-деформированное состояние в точке. /Лек/	7	3	ПК-2-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 Э1		КМ1	P1,P4
1.2	Определение напряжений, действующих по октаэдрической площадке, определение инварианта тензора напряжений. /Пр/	7	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э2			
1.3	Освоение и проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Работа в библиотеке и интернете с дополнительной информацией по теме занятий. /Ср/	7	22	ПК-2-31	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3			
1.4	Сдвигение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. /Лек/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31	Л2.3		КМ1	P8
1.5	Физические и математические методы моделирования геомеханических процессов. /Лек/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1		КМ1	

1.6	Краткая характеристика и классификация геомеханических процессов: допредельное, запредельное деформирование и разрушение породных массивов вокруг протяженных капитальных выработок и подземных сооружений. /Лек/	7	10	ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.1 Э2		КМ1	
1.7	Динамические проявления геомеханических /Лек/	7	4	ПК-2-31	Л1.1 Э1		КМ1	
1.8	Геомеханическое обеспечение открытых горных работ. /Лек/	7	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-5-31	Л1.1Л2.2 Э2		КМ1	Р4
1.9	Определение напряжений в упругом полупространстве от сосредоточенной нагрузки. /Лек/	7	4	ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Э2		КМ1	Р5
1.10	Определение начального напряженного состояния породного массива. /Пр/	7	3	ПК-2-31	Л3.2 Э2			
1.11	Расчет напряжений вокруг выработки кругового поперечного сечения. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л3.2			Р3
1.12	Определение области разрушения вокруг выработок кругового поперечного сечения. /Пр/	7	5	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л3.2 Э1			
1.13	Распределение напряжений вокруг выработок различной формы. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-У1	Л3.2			
1.14	Расчет устойчивости откосов методом определения поверхности призмы скольжения. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л3.2 Э1			Р6
1.15	Расчет устойчивости откосов по условию равноустойчивости. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л3.2			Р7
1.16	Расчет параметров мульды сдвига при породных массивов. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л3.2 Э2			
1.17	Определение величины просадки грунтового основания под действием распределенной нагрузки. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-5-У1	Л3.2			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен	ПК-5-В1;ПК-5-У1;ПК-5-31;ПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-2-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие сведения о геомеханических процессах.</li> <li>2. Физические методы моделирования.</li> <li>3. Моделирование на эквивалентных материалах.</li> <li>4. Моделирование на оптически активных материалах.</li> <li>5. Деформированное состояние. Тензор деформаций и его преобразование при наличии элементов симметрии.</li> <li>6. Разложение тензора деформаций на шаровой тензор и девиатор.</li> <li>7. Деформированное состояние. Тензор деформаций и его преобразование при наличии элементов симметрии.</li> <li>8. Разложение тензора деформаций на шаровой тензор и девиатор.</li> <li>9. Линейные деформации по произвольному направлению.</li> <li>10. Главные линейные деформации.</li> <li>11. Уравнения неразрывности деформаций.</li> <li>12. Напряженное состояние. Анализ тензора напряжений.</li> <li>13. Правило знаков для касательных напряжений.</li> <li>14. Главные нормальные напряжения.</li> <li>15. Геомеханические процессы вокруг горных выработок.</li> <li>16. Распределение напряжений вокруг выработок кругового поперечного сечения.</li> <li>17. Распределение напряжений вокруг выработок эллиптического поперечного сечения.</li> <li>18. Распределение напряжений вокруг выработок сводчатого поперечного сечения.</li> <li>19. Распределение напряжений вокруг выработок прямоугольного поперечного сечения.</li> <li>20. Геомеханические процессы запредельного деформирования и разрушения вокруг горных выработок.</li> <li>21. Определение размеров зон разрушения вокруг горных выработок.</li> <li>22. Методы расчета устойчивости откосов.</li> <li>23. Метод расчета устойчивости откосов по методике Фисенко Г.Л.</li> <li>24. Метод расчета устойчивости откосов по методике Маслова Н.Н.</li> <li>25. Распределение напряжений в упругом массиве горных пород от сосредоточенной плоскости.</li> <li>26. Температурные напряжения в породных массивах.</li> <li>27. Подработка породных массивов.</li> <li>28. Основные параметры мульды сдвижения.</li> </ol>
-----	---------	---	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Практическая работа 1. Определение напряжений, действующих по октаэдрической площадке	ПК-2-31;ПК-2-В1	<p>Определение направляющих косинусов.  Определение нормальных и касательных напряжений.  Определение главных напряжений.  Определение инвариантов тензора напряжений.</p>
Р2	Практическая работа 2. Определение начального напряженного состояния породного массива	ПК-2-У1;ПК-5-31	<p>Определение вертикальных напряжений.  Определение коэффициента бокового давления.  Определение горизонтальных напряжений.</p>
Р3	Практическая работа 3. Определение напряжений вокруг выработок кругового поперечного сечения	ПК-5-В1;ПК-5-У1	<p>Определение горного давления.  Определение радиальных напряжений.  Определение тангенциальных напряжений.</p>

P4	Практическая работа 4. Определение напряжений вокруг выработок различного поперечного сечения	ПК-5-В1;ПК-5-31	Определение радиальных напряжений вокруг выработок прямоугольного поперечного сечения. Определение тангенциальных напряжений вокруг выработок прямоугольного поперечного сечения. Определение радиальных напряжений вокруг выработок треугольного поперечного сечения. Определение тангенциальных напряжений вокруг выработок треугольного поперечного сечения. Определение радиальных напряжений вокруг выработок овального поперечного сечения. Определение тангенциальных напряжений вокруг выработок овального поперечного сечения.
P5	Практическая работа 5. Определение напряжений в упругом полупространстве от сосредоточенной силы	ПК-5-У1;ПК-2-В1	Определение напряжений на расстояние R от точки приложения сосредоточенной нагрузки. Определение напряжений в вертикальном сечении по оси приложения нагрузки. Определение напряжений в вертикальном сечении на расстояние R от оси приложения нагрузки. Определение напряжений в горизонтальном сечении на расстояние R от точки приложения нагрузки. Построение соответствующих эпюр.
P6	Практическая работа 6. Расчет устойчивости откосов методом определения поверхности призмы скольжения	ПК-2-У1;ПК-2-31	Построение призмы скольжения откоса. Разбиение призмы скольжения на вертикальные сегменты. Определение сдвигающих и удерживающих сил по сегментам призмы скольжения. Построения графика удерживающих и сдвигающих сил. Анализ результатов, построение вывода об устойчивости откоса и удовлетворения нормативным критериям.
P7	Практическая работа 7. Расчет устойчивости откосов методом равноустойчивости	ПК-5-У1;ПК-2-У1	Построение схемы откоса. Построение равноустойчивого откоса. Вывод о результатах устойчивости откоса.
P8	Практическая работа 8. Расчет параметров мульды сдвижения	ПК-5-31;ПК-2-В1	Определение параметров вертикальных смещений . Определение параметров горизонтальных смещений. Определение параметров наклона. Определение параметров кривизны.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По дисциплине предусмотрен экзамен. Допуском к экзамену служит усвоение формируемых компетенций, защита выполненных практических работ. Приём защиты работ и текущий лекционный контроль преподаватель осуществляет на основе оценочных средств устных опросов раздела 5.1 Фонда оценочных материалов. Экзамен сдают устно. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов (примерные вопросы к экзамену представлены в разделе 5.1).

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Дисциплина считается успешно освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично"), осуществляется на основании ответов на вопросы и с учётом работы студентов в аудитории во время проведения лекционного материала;
- выполнены и защищены все практические работы.

Успешное освоение дисциплины является допуском к экзамену.

Экзамен преподаватель оценивает по следующим критериям:

- незнание ответов на вопросы билета по дисциплине "Геомеханика" - оценка "неудовлетворительно";
- выборочное знание на вопросы билета по дисциплине "Геомеханика" - оценка "удовлетворительно";
- знание базовых понятий в области геомеханики, а также основных физических свойств образцов горных пород, методов их определения, структурно-механических особенностей массива, методов аналитического моделирования и преобразования фундаментальных уравнений геомеханики, физических уравнений геомеханики, численных методов решения - оценка "хорошо";
- исчерпывающий ответ на вопросы билета по дисциплине "Геомеханика" - оценка "отлично".

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Баклашов И. В., Картозия Б. А., Шашенко А. Н., Борисов В. Н.	Геомеханика: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2004
Л1.2	Баклашов И. В.	Геомеханика: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2004
Л1.3	Баклашов И. В., Картозия Б. А., Шашенко А. Н., Борисов В. Н.	Геомеханические процессы	Библиотека МИСиС	, 2004

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Певзнер М. Е., Иофис М. А., Попов В. Н.	Геомеханика: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2008
Л2.2	Гальперин А. М.	Геомеханика открытых горных работ: учебник	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2003
Л2.3	Орлов Г. В., Иофис М. А.	Сдвигение горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: МГИ, 1990

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Макаров А. Б.	Практическая геомеханика: Пособие для горных инженеров: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Горная книга, 2006
Л3.2	Баклашов И. В., Давиденко Б. Ю., Кузьев Л. С., Христолюбов В. Д.	Лабораторный практикум по дисциплине "Геомеханика": учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2004

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1		<a href="http://www.mining-enc.ru">www.mining-enc.ru</a>
Э2		<a href="http://www.gornaya-rkniga.ru">www.gornaya-rkniga.ru</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	MS Teams

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-529	Компьютерный класс	доска аудиторная маркерная, комплект учебной мебели на 32 рабочих места, 22 ПК
Л-529	Компьютерный класс	доска аудиторная маркерная, комплект учебной мебели на 32 рабочих места, 22 ПК
Л-529	Компьютерный класс	доска аудиторная маркерная, комплект учебной мебели на 32 рабочих места, 22 ПК



Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
----------------------	--	--

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Посещение лекционных занятий. Выполнение практической и самостоятельной работы.