

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Моделирование геомеханических процессов

Закреплена за подразделением Кафедра строительства подземных сооружений и горных предприятий

Направление подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Профиль BIM-технологии в проектировании и строительстве

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 83

часов на контроль 27

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 3

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	5	5	5	5
Лабораторные	12	12	12	12
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	83	83	83	83
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*ктн, Полянкин Александр Геннадьевич*

Рабочая программа

**Моделирование геомеханических процессов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника, 09.04.01-МИВТ-22-1.plx BIM-технологии в проектировании и строительстве, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника, BIM-технологии в проектировании и строительстве, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра строительства подземных сооружений и горных предприятий**

Протокол от 30.07.2020 г., №7

Руководитель подразделения д.т.н. Панкратенко А.Н.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	• изучение основных гипотез и закономерностях в области определения механических свойств горных пород и породных массивов;
1.2	• изучение механизма деформирования и разрушения горных пород и их структурных составляющих;
1.3	• изучение существующих методов расчета горного давления с учетом структурно-механических особенностей массивов горных пород;
1.4	• формирование у студентов базовых знаний, необходимых для усвоения разделов специальных дисциплин горного профиля, в которых используются методы количественной оценки свойств и структурных особенностей горных пород и массивов, горнотехнических объектов и сооружений, связанных с протеканием в них геомеханических процессов.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	ВМ-технологии в проектировании, строительстве и эксплуатации подземных сооружений	
2.1.2	ВМ-технологии при добыче полезных ископаемых	
2.1.3	Алгоритмизация и программирование	
2.1.4	Анализ данных	
2.1.5	Архитектурно-строительная визуализация с применением САД-систем	
2.1.6	Деловая презентационная графика	
2.1.7	Лидерство и управление командой проекта	
2.1.8	Машинное обучение	
2.1.9	Моделирование и расчет строительных конструкций	
2.1.10	Научно-исследовательская работа. Информационные технологии	
2.1.11	Производственная практика	
2.1.12	Типология форм архитектурной среды	
2.1.13	Математические методы компьютерной графики	
2.1.14	Моделирование и анализ бизнес-процессов	
2.1.15	Организация и технология научных исследований и педагогической деятельности	
2.1.16	Основы архитектуры и строительных конструкций	
2.1.17	Системы хранения и обработки данных	
2.1.18	Современные методы решения инженерных задач	
2.1.19	Современные технологии защиты информации	
2.1.20	Технологии информационного и математического моделирования в строительстве	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Математические методы оптимизации в подземном строительстве	
2.2.2	Организация информационного проектирования подземного строительства	
2.2.3	Организация, планирование и управление в строительстве	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика	

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

<b>ОПК-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-3-31 фундаментальные уравнения классической геомеханики, закономерности деформирования и разрушения горных пород,
<b>ПК-3: Способен организовать процесс выполнения проектных работ, проведения согласований и экспертиз, сдачи документации техническому заказчику и авторский надзор с применением современных ВМ-технологий</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Способы организации процесса выполнения проектных работ, проведения согласований и экспертиз,

<b>ПК-4: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-31 основные принципы инженерного мышления; взаимосвязь изучаемых объектов, процессов и систем геомеханики с последующими дисциплинами, готовящими к профессиональной деятельности.
<b>ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 методы изучения закономерностей изменения свойств слагающих массив горных пород в результате техногенного влияния и выражение закономерностей через аналитические и компьютерные модели;
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 методы анализа новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте
<b>ПК-3: Способен организовать процесс выполнения проектных работ, проведения согласований и экспертиз, сдачи документации техническому заказчику и авторский надзор с применением современных BIM-технологий</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Сдавать документацию техническому заказчику и авторский надзор с применением современных BIM-технологий
<b>ПК-4: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 осуществлять выбор методов моделирования и инструментов для решения поставленных прикладных задач геомеханики, прогноза состояния массива горных пород и прогноза геомеханических процессов.
<b>ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 оценивать основные закономерности геомеханических процессов с точки зрения применимости физических законов; формулировать конкретные задачи в области геомеханики;
<b>ОПК-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-3-У1 экспериментально определять основные механические свойства горных пород;
<b>ПК-4: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 применения знаний из области классической физики, аналитической математики и основ компьютерного моделирования геомеханических задач в структуре инженерного мышления и анализа для решения поставленных прикладных задач геомеханики
<b>ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 применения знаний из области классической физики, аналитической математики и основ компьютерного моделирования геомеханических задач в структуре инженерного мышления и анализа для решения поставленных прикладных задач геомеханики, прогноза состояния массива горных пород и прогноза геомеханических процессов.
<b>ОПК-3: Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-3-В1 описания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива при добыче полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений;
<b>ПК-3: Способен организовать процесс выполнения проектных работ, проведения согласований и экспертиз, сдачи документации техническому заказчику и авторский надзор с применением современных BIM-технологий</b>

**Владеть:**

ПК-3-В1 Современными методами моделирования геомеханических процессов

**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. Основы моделирования геомеханических процессов</b>							
1.1	Математическое моделирование геомеханических процессов. Деформированное состояние и напряжённое состояние. Физические уравнения и геомеханические модели. Аналитические методы моделирования. Особенности постановки и решения геомеханических задач. Численные методы моделирования. /Лек/	3	5	ОПК-1-31 ОПК-3-31 ПК-3-31 ПК-4-31 УК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э3		КМ1	
1.2	Моделирование процессов проходки горизонтальных и вертикальных горных выработок /Пр/	3	17	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	Р1,Р2
1.3	Освоение и проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Работа в библиотеке/Интернете с дополнительной информацией по теме занятий. Изучение принципов действия взрыва на структуру массива горных пород с помощью методов численного (компьютерного) моделирования. /Ср/	3	83	ОПК-1-31 ОПК-1-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э3		КМ1	
1.4	Работа в виртуальной лаборатории SoilTest /Лаб/	3	12	ОПК-1-В1 ОПК-3-В1 ПК-3-В1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3		КМ1	

**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	кэкзамен	ОПК-3-У1;ОПК-3-31;ОПК-3-В1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ПК-3-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создайте тоннель кругового очертания</li> <li>2. Создайте тоннель прямоугольного очертания</li> <li>3. Создайте тоннель подковообразного очертания</li> <li>4. Создайте интерфейсный грунт для монолитной гравитационной подпорной стены</li> <li>5. Создайте интерфейсный грунт для тоннеля с нагнетанием бентонитового раствора</li> <li>6. Создайте интерфейсный грунт для тоннеля при наличии вибрационных нагрузок</li> <li>7. Создайте траншею с одним поясом крепления</li> <li>8. Создайте плиту толщиной 0,6 м</li> <li>9. Создайте распорку из трубы 219x8</li> <li>10. Замоделлируйте перебор грунта для тоннеля</li> <li>11. Вычислите величину предварительной зоны влияния для котлована с консольным ограждением из труб</li> <li>12. Вычислите величину предварительной зоны влияния для котлована с консольным ограждением из СВГ</li> <li>13. Вычислите величину предварительной зоны влияния для котлована с ограждением из труб</li> <li>14. Вычислите величину предварительной зоны влияния для котлована с анкерным креплением</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
P1	Расчет НДС массива	ОПК-3-В1;ПК-4-В1	Моделирование массива горных пород методом конечных элементов с целью установления напряженно-деформируемого состояния массива.
P2	Расчет конструкции крепи горной выработки	ОПК-3-В1;ПК-4-В1	Расчет конструкции крепи тоннеля метрополитена и ее взаимодействия с массивом горных пород с использованием численного моделирования методом конечных элементов.

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

По дисциплине предусмотрен экзамен в седьмом семестре. 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. Экзамен состоит из трёх вопросов (примерные вопросы к экзамену представлены в разделе 5.1): первый направлен на знание общей теории геомеханики, второй - на знание аналитических методов геомеханики, третий - знание расчётных методов и умение решать поставленные практические задачи.

Пример экзаменационного билета:

Общие сведения о классификации горных пород в геомеханике.

Коэффициент структурного ослабления породного массива.

Геомеханическая модель упруго-вязко-пластичного породного массива.

### 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
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.	Основы геомеханики	Библиотека МИСиС	, 2004

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Биргер И. А.	Остаточные напряжения: монография	Электронная библиотека	Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1963
Л2.2	Баклашов И. В.	Деформирование и разрушение породных массивов	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1988

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

Э1	Горная энциклопедия [Электронный ресурс] - URL: <a href="http://www.mining-enc.ru/">http://www.mining-enc.ru/</a> (Дата обращения: 09.06.2020 г.)	<a href="http://www.mining-enc.ru/">http://www.mining-enc.ru/</a>
Э2	Plaxis   Essential for geotechnical professionals [Электронный ресурс] - URL: <a href="https://www.plaxis.com/">https://www.plaxis.com/</a> (Дата обращения 09.06.2020 г.)	<a href="https://www.plaxis.com/">https://www.plaxis.com/</a>
Э3	Science Direct. Geomechanics [Электронный ресурс] - URL: <a href="https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/geomechanics">https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and- planetary-sciences/geomechanics</a> (Дата обращения: 09.06.2020 г.)	<a href="https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/geomechanics">https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary- sciences/geomechanics</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Microsoft Office

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

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Г-522	Учебная аудитория для лабораторных и практических занятий	стационарные компьютеры 11 шт.; пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 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

Для изучения дисциплины рекомендуется изучать тему занятия до его проведения используя литературу, указанную в

разделе Содержание.

Для углубленного понимания материала, рекомендуется изучать актуальные научные статьи по темам дисциплины размещенные в электронных ресурсах, указанных в разделе Содержания.

При изучении дисциплины необходимо просматривать документальные фильмы по разделам курса, размещенные в сети интернет.