

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан строительного факультета  
Панфилов Д.В.  
«31» августа 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Геомеханика»

**Специальность** 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

**Специализация** «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»

**Специализация** «Строительство подземных сооружений»

**Квалификация выпускника** инженер-строитель

**Нормативный период обучения** 6 лет

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2018

Автор программы



/Алирзаев И.Ш./

Заведующий кафедрой  
Строительных конструкций,  
оснований и фундаментов  
имени профессора Ю.М.  
Борисова



/Панфилов Д.В./

Руководитель ОПОП



/Рогатнев Ю.Ф./

Руководитель ОПОП



/Ким М.С./

Воронеж 2018

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

сформировать знания об основных гипотезах и закономерностях геомеханики.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- определение механических свойств горных пород;
- оценка начального напряженного состояния породного массива, экспериментальные и теоретические методы его определения
- изучение геомеханических моделей поведения породного массива и области их практического применения;
- моделирование геомеханических процессов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Геомеханика» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Геомеханика» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-6 - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-6	Выбор модели грунта и её параметров в расчётах геотехнических объектов. Правила применения моделей работы грунта и горных массивов
	Анализ напряженно-деформированного состояния породного массива вокруг выработок
	Моделирование геомеханических процессов

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Геомеханика» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		ы 6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	118	118
В том числе:		
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	50	50
Лабораторные работы (ЛР)	34	34

<b>Самостоятельная работа</b>	26	26
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Пра к зан.	Ла б. зан	СРС	Всего, час
1.	Меры количественной оценки напряженно-деформированного состояния грунта и горных массивов. Начальное напряженное состояние грунтовых и породных массивов	Виды напряженного состояния материалов. Параметры напряженно-деформированного состояния. Поведение оснований в условиях одномерной, осесимметричной, трехмерной и плоской деформации. Особенности начального напряженного состояния грунтовых массивов. Анализ напряженно-деформированного состояния породного массива вокруг выработок. Анализ тензора напряжений в различных системах координат и при наличии элементов симметрии. Определение главных напряжений в плоской задаче. Определение главных касательных напряжений.	2	2	-	4	8

		Анализ напряженно-деформированного состояния породного массива вокруг выработок при осесимметричном силовом воздействии. Факторы, определяющие начальное напряженное состояние. Гравитационная составляющая нормальных напряжений по горизонтальным площадкам.					
2.	<p>Моделирование геомеханических процессов</p> <p>Отражение геомеханических моделей в нормативных документах.</p>	Аналитические и численные методы моделирования. Моделирование природного напряженного состояния грунтов. Понятие о модели грунта. Основные расчетные модели. Правила применения моделей работы грунта					
3.	<p>Моделирование упругих материалов. Нормативная база для определения параметров моделей грунтов</p>	Линейная зависимость между напряжениями и деформациями. Модуль упругости и коэффициент Пуассона. Приращение модуля упругости в зависимости от отметки. Коэффициент бокового давления $k_0$ . Модель линейно-деформируемой среды. Модель местных упругих деформаций и ее вариации. Модель Винклера-Фуса. Модель Па-					

		стернака. Модель линейно деформируемого упругого полупространства.					
4.	Критерии прочности и основные положения теории пластичности. Моделирование пластичных материалов. Идеально упругопластические модели	Модель Мора-Кулона. Преимущества и недостатки данной модели. Модифицированная модель Мора-Кулона. Основные нелинейные параметры.					
5.	Шатровые модели. Краткая характеристики применимости шатровых моделей. Модели с двойным упрочнением.	Модель упрочняющегося грунта (Hardening Soil, Modified Mohr-Coulomb) Деформирование с разупрочнением. Касательный и секущий модули деформации. Учет анизотропии деформационного упрочнения					
6.	Геомеханические процессы взаимодействия горных пород с подземными сооружениями	Общие сведения о напряженно-деформированном состоянии и разрушении породных массивов вокруг выработок. Влияние формы поперечного сечения и глубины заложения, механических свойств и начального напряженного состояния породных массивов. Особенности механического состояния окружающих породных массивов вокруг протяженных капитальных выработок и подземных сооружений, вокруг камер и подземных емкостей.					
7.	Распорные, подкосные и анкерные крепления	Ограждения котлованов типа «стена в грунте».	6	8	6	4	24

	шпунтовых ограждений котлованов	Ограждение котлованов из бурокасательных и буросекущихся свай					
8.	Применение МКЭ в решении геотехнических задач. Нелинейное решение для метода конечных элементов	Применение МКЭ в решении геотехнических задач. Суть метода. Искомые функции. Точное решение. Предельное решение. Расходящееся решение. Сходящееся решение. Допустимая невязка. Понятие "Construction Stage Analysis" (Расчет поэтапности строительства). Начальное напряженное состояние. Понятие "Interface" и его назначение. Создание контакта с однородными или неоднородными свойствами материала в области, где возможен сдвиг или независимое поведение.	4	10	4	6	24
9.	Область применения ПК Midas GTS NX (расчетные возможности)	Понятие КЭ, типы КЭ реализованные в ПК Midas GTS NX. Основные типы расчетов в ПК Midas GTS NX (Solution Type). Основные этапы построения расчетной схемы в ПК Midas GTS NX					
<b>Итого</b>			<b>34</b>	<b>50</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>144</b>

## **5.2 Перечень лабораторных работ**

1. Определение напряжений в массиве грунта и горных пород
2. Определение НДС основания от жесткого штампа при разных моделях грунтовых оснований
3. Linear Static Analysis (Линейный статический расчет)
4. Non-linear static analysis (Нелинейный статический расчет)
5. Construction Stage Analysis (Расчет поэтапности строительства)
6. Consolidation analysis (Расчет консолидации)
7. Eigenvalue analysis (Mode analysis) (Расчет собственных форм (Модальный расчет))
8. Slope stability analysis (SRM/SAM) (Расчет устойчивости откоса (Метод редукции/Метод анализа напряжений))
9. Расчет свайного фундамента
10. Совместный расчет системы «основание-сооружение»
11. Расчет плитно-свайного фундамента в трехмерной постановке
12. Разработка котлована с устройством ограждения в плоской постановке (2D)
13. Расчет разработки котлована в пространственной постановке
14. Расчет по оценке влияния от нового строительства в пространственной постановке

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет по оценке влияния от нового строительства в пространственной постановке».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

1. Определение размеров расчетной области
2. Геометрическое моделирование
3. Создание материалов и свойств
4. Конечно-элементное моделирование
5. Создание сеток конечных элементов
6. Назначение нагрузок. Назначение граничных условий
7. Выбор типа расчета и его выполнения
8. Понятие "Construction Stage Analysis" (Расчет поэтапности строительства)
9. Начальное напряженное состояние
10. Понятие "Interface" и его назначение. Создание контакта с однородными или неоднородными свойствами материала в области, где возможен сдвиг или независимое поведение.
11. Analysis Control (Option) (Настройки расчета (Опции))
12. Определение напряжений в массиве грунта

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

## 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-6	Выбор модели грунта и её параметров в расчётах геотехнических объектов. Правила применения моделей работы грунта и горных массивов	Тест	Выполнение теста на 60- 100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	Анализ напряженно-деформированного состояния породного массива вокруг выработок	Курсовая работа, Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Моделирование геомеханических процессов	Курсовая работа Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
УК-6	Выбор модели грунта и её параметров в расчётах геотехнических объектов. Правила применения моделей работы грунта и горных массивов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Анализ напряженно-деформированного состояния породного массива вокруг выработок	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Моделирование геомеханических процессов	Решение прикладных задач в конкретной	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены



		предметной области	объеме и получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	решения в большинстве задач	
--	--	--------------------	---------------------------------	--	-----------------------------	--

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Модель Мора-Кулона требует определение:
  - двух расчетных параметров
  - трех расчетных параметров
  - **четырёх расчетных параметров**
  - шести расчетных параметров
2. Выберите правильное выражение:
  - **для модели упрочняющегося грунта требуется определить модули деформации при первичном нагружении  $E$  и разгрузке  $E_{ur}$ , одометрический модуль  $E_{oed}$**
  - для модели упрочняющегося грунта требуется определить модули деформации при вторичном нагружении  $E$  и разгрузке  $E_{ur}$ , одометрический модуль  $E_{oed}$
  - для модели упрочняющегося грунта требуется определить модули деформации при повторном нагружении  $E$  и разгрузке  $E_{ur}$ , одометрический модуль  $E_{oed}$
  - для модели упрочняющегося грунта требуется определить модули упругости при первичном нагружении  $E$  и разгрузке  $E_{ur}$ , одометрический модуль  $E_{oed}$
3. Выберите правильное выражение:
  - для модели упрочняющегося грунта требуется определить показатель степени зависимости податливости грунта от уровня напряжений  $m$
  - для модели упрочняющегося грунта требуется определить показатель степени зависимости жесткости грунта от уровня деформаций  $m$
  - **для модели упрочняющегося грунта требуется определить показатель степени зависимости жесткости грунта от уровня напряжений  $m$**
  - для модели упрочняющегося грунта требуется определить показатель степени зависимости жесткости грунта от уровня напряжений  $n$
4. Выберите правильное выражение:
  - В качестве базовой характеристики жесткости принимается одометрический деформации  $E_{50ref}$ , соответствующий значению бокового давления в стабилометре  $p_{ref} = 100$  кПа и 50% прочности грунта
  - В качестве базовой характеристики жесткости принимается одометрический модуль деформации  $E_{50ref}$ , соответствующий значению бокового давления в стабилометре  $p_{ref} = 200$  кПа и 50% прочности грунта
  - В качестве базовой характеристики жесткости принимается секущий модуль деформации  $E_{50ref}$ , соответствующий значению бокового давления в стабилометре  $p_{ref} = 50$  кПа и 50% прочности грунта
  - **В качестве базовой характеристики жесткости принимается секущий модуль деформации  $E_{50ref}$ , соответствующий значению бокового давления в стабилометре  $p_{ref} = 100$  кПа и 50% прочности грунта**

5. Выберите правильное выражение:
- **Модель упрочняющегося грунта Hardening Soil характеризуется 10 параметрами**
  - Модель упрочняющегося грунта Hardening Soil характеризуется 12 параметрами
  - Модель упрочняющегося грунта Hardening Soil характеризуется 9 параметрами
  - Модель упрочняющегося грунта Hardening Soil характеризуется 6 параметрами
6. Выберите правильное выражение:
- Диаграмма Прандля соответствует модели упругого тела
  - Диаграмма Прандля соответствует модели упруго-пластического тела
  - **Диаграмма Прандля соответствует модели упруго-идеальнопластического тела**
  - Диаграмма Прандля соответствует модели пластического тела
7. Выберите правильное выражение:
- Главными особенностями модели HS являются гиперболическая зависимость между вертикальной абсолютной деформацией  $\epsilon$  и девиатором напряжений  $q=\sigma_1-\sigma_3$
  - Главными особенностями модели HS являются линейная зависимость между вертикальной относительной деформацией  $\epsilon$  и девиатором напряжений  $q=\sigma_1-\sigma_3$
  - Главными особенностями модели HS являются гиперболическая зависимость между горизонтальной относительной деформацией  $\epsilon$  и девиатором напряжений  $q=\sigma_1-\sigma_3$
  - **Главными особенностями модели HS являются гиперболическая зависимость между вертикальной относительной деформацией  $\epsilon$  и девиатором напряжений  $q=\sigma_1-\sigma_3$**

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1.	Укажите признак схемы, если располагаемые в плоскости XOZ; каждый узел имеет 2 степени свободы – линейные перемещения вдоль осей X, Z или X2, Z2. В этом признаке схемы рассчитываются плоские фермы и балки–стенки.	1. Признак 1 2. Признак 5 3. Признак 4
2.	Ленточный вид интерфейса ПК ЛИРЫ-САПР 2014 представляет собой рабочее пространство, разделенное вкладками. Какая из перечисленных вкладок отсутствует	1. Расчет 2. Анализ 3. Бетон
3.	Что означает кнопка в ПК Лира-САПР 2014? 	1. Определить координаты узла 2. Добавить узел по координатам 3. Добавить элемент
4.	Раскрывающийся список «Копирование», не содержит операции копирования объектов:	1. По двум узлам 2. По трем узлам 3. По параметрам
5.	Что означает кнопка в ПК Лира-САПР? 	1. Генерация рамы 2. Генерация ростверка 3. Генерация балки-стенки
6.	Раскрывающийся список «Добавить узел», не содержит следующей операции:	1. По координатам 2. По окружности 3. Симметрично
7.	Мозаика каких напряжений приведена на рисунке ? 	1. Изобары 2. Распоры 3. Сдвиги
8.	Что означает кнопка в ПК Midas GTS NX  Rectangle ?	1. Ввести координаты 2. Задать материалы 3. Задать свойства
9.	Для задания уровня воды в ПК Midas GTS NX необходимо нажать кнопку:	1. Change Property 2. Water Level 3. Constraint
10	Что означает кнопка в ПК Midas GTS NX ? 	1. Задать свойства сетки 2. Отобразить сетку 3. Переместить сетку

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. На глубине 800 м предполагается проведение горизонтальной выработки круглого сечения радиусом 2 м. Породы – песчаники. Требуется определить компоненты начального поля напряжений в месте проведения будущей выработки.
2. На глубине 800 м предполагается проведение горизонтальной выработки круглого сечения радиусом 2 м. Породы – песчаники. Требуется определить компоненты начального поля напряжений по контуру поперечного сечения будущей выработки.
3. Массив пород на глубине 30 м, сложенный суглинками твердой консистенции, испытывает под влиянием очистных работ (подработки) деформации сжатия в направлении оси  $x$ , величина которых составила  $8 \cdot 10^{-3}$ . Определить компоненты начального гравитационного поля напряжений в массиве.
4. Массив пород на глубине 30 м, сложенный суглинками твердой консистенции, испытывает под влиянием очистных работ (подработки) деформации сжатия в направлении оси  $x$ , величина которых составила  $8 \cdot 10^{-3}$ . Определить дополнительные напряжения в массиве, вызванные подработкой.
5. Определить, на какой глубине прекращается влияние земной поверхности на выработку, испытывающую внутреннее давление.
6. Определить перемещения контура сечения вертикального ствола радиусом 3 м на глубине 60 м в плотных глинах. Модуль деформации 300 МПа. Коэффициент Пуассона 0.4. Удельный вес  $21 \text{ кН/м}^3$ .
7. Какими прочностными характеристиками обладает массив сухого песка, образующий при обрушении угол естественного откоса  $\alpha$ .

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

### 7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Моделирование упругих материалов
2. Моделирование пластичных материалов
3. Параметры напряженно- деформированного состояния массива грунта. Понятие о модели грунта
4. Тензор напряжений. Компоненты тензора напряженного состояния в декартовых координатах. Инварианты напряжений
5. Основные расчетные модели грунтовых оснований
6. Модель местных упругих деформаций и ее вариации. Модель Винклера-Фуса. Модель Пастернака.
7. Модель линейно деформируемого упругого полупространства
8. Упругопластическая модель Кулона-Мора
9. Модель упрочняющегося грунта (Hardening Soil, Modified Mohr-Coulomb)
10. Меры количественной оценки напряженно-деформированного состояния массива грунта. Виды напряженного состояния материалов.
11. Виды зависимостей между напряжениями и деформациями. Линейно-упругое поведение грунта. Упругопластическое деформирование с упрочнением (или без упрочнения). Деформирование с разупрочне-

нием.

12. Поведение грунтовых оснований в условиях одномерной, осесимметричной, трехмерной и плоской деформации
13. Напряжения на наклонной площадке при линейном напряженном состоянии
14. Напряжения на произвольной площадке при плоском напряженном состоянии.
15. Круг Мора (круг напряжений). Определение нормальных и касательных напряжений с помощью круга Мора. Нахождение главных напряжений при помощи круга Мора
16. Понятие о теориях прочности. Теория наибольших нормальных напряжений. Теория наибольшей упругой деформации
17. Понятие о теориях прочности. Теория наибольших касательных напряжений
18. Теория прочности Кулона-Мора. Графическое построение для вывода уравнения закона прочности Кулона-Мора для сыпучих грунтов
19. Эффективное напряжение и поровое давление. Фильтрационные свойства грунтов. Скорость затухания деформаций грунтов во времени. Фильтрационная консолидация грунта.
20. Касательный и секущий модули деформации. Нормативная база для определения параметров моделей грунтов
21. Графическое построение для вывода уравнения закона прочности Кулона-Мора для связных грунтов
22. Котлованы с естественными и закрепленными откосами. Удерживающие бермы, разгрузочные траншеи
23. Распорные, подкосные и анкерные крепления шпунтовых ограждений котлованов
24. Ограждения котлованов типа «стена в грунте»
25. Ограждение котлованов из бурокасательных и буросекущихся свай
26. Учет подземных вод при устройстве открытых котлованов
27. Применение МКЭ в решении геотехнических задач
28. Нелинейное решение для метода конечных элементов
29. Область применения ПК Midas GTS NX (расчетные возможности)
30. Узел. Степень свободы. Система координат. Элементы. Пирамида. Гексаэдр.
31. Конструкционные конечные элементы. Балочный элемент. Оболочечный элемент.
32. Специальные конечные элементы. Элемент интерфейса.
33. Элемент георешетки.
34. Элемент упругой связи. Жесткая связь.
35. Моделирование упругих материалов.
36. Моделирование пластичных материалов.
37. Bedding Plane (Слои основания)
38. Понятие КЭ, типы КЭ реализованные в ПК Midas GTS NX
39. Основные типы расчетов в ПК Midas GTS NX (Solution Type)

40. Основные этапы построения расчетной схемы в ПК Midas GTS NX
41. Определение размеров расчетной области. Создание материалов и свойств
42. Создание сеток конечных элементов. Назначение нагрузок. Назначение граничных условий
43. Начальное напряженное состояние. Выбор типа расчета и его выполнения
44. Понятие "Construction Stage Analysis" (Расчет поэтапности строительства)
45. Основные системы координат в GTS NX
46. Упругий материал (Elastic). Линейная зависимость между напряжениями и деформациями. Модуль упругости и коэффициент Пуассона. Приращение модуля упругости в зависимости от отметки. Коэффициент бокового давления  $k_0$ .
47. Модель Мора-Кулона (Mohr-Coulomb). Упругопластическое поведение материала. Преимущества и недостатки данной модели. Основные нелинейные параметры.
48. Угол дилатансии (Dilatancy angle). Модель Мора-Кулона (Mohr-Coulomb). Прочность на растяжение (Tension Cut-off)
49. Modified Mohr-Coulomb (Модифицированная модель Мора-Кулона). Основные нелинейные параметры.
50. Одномерный элемент (1D element) Pile. Одномерный элемент (1D element). Георешетка Geogrid (1D). Одномерный элемент (1D element). Одноузловые элементы. Plot only (1D). Одномерный элемент (1D element). Truss (Стержни).
51. Одномерный элемент (1D element). Embedded truss (Встроенные стержни). Beam (Балки). Embedded Beam (Встроенные балки). Pile (Сваи).
52. Двумерный элемент (2D element). Plot only (2D). Одноузловые элементы. Geogrid(2D) (Георешетка).
53. Двумерный элемент (2D element). Shell (Оболочки)
54. Двумерный элемент (2D element). Plane stress (Элементы плоского напряженного состояния). Двумерный элемент (2D element). Plane strain (Элементы плоского деформированного состояния)
55. Solid (Твердотельные элементы)
56. Pile tip (Элементы конца свай). Point spring (Одноузловая пружина)
57. Size Control-Edge (Управление размерами конечных элементов - Разбивка грани). Auto-Face (Автоматическая разбивка грани)
58. Linear Static Analysis (Линейный статический расчет)
59. Non-linear static analysis (Нелинейный статический расчет)
60. Construction Stage Analysis (Расчет поэтапности строительства)
61. Consolidation analysis (Расчет консолидации)
62. Slope stability analysis (SRM/SAM) (Расчет устойчивости откоса (Метод редукации/Метод анализа напряжений))

### 63. Analysis Control (Option) (Настройки расчета (Опции))

#### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

#### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Меры количественной оценки напряженно-деформированного состояния грунта и горных массивов. Начальное напряженное состояние грунтовых и породных массивов	УК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Моделирование геомеханических процессов Отражение геомеханических моделей в нормативных документах.	УК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Моделирование упругих материалов. Нормативная база для определения параметров моделей грунтов	УК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Критерии прочности и основные положения теории пластичности. Моделирование пластичных материалов. Идеально упругопластические модели	УК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Шатровые модели. Краткая характеристика применимости шатровых моделей. Модели с	УК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ,

	двойным упрочнением		защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Геомеханические процессы взаимодействия горных пород с подземными сооружениями	УК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
7	Распорные, подкосные и анкерные крепления шпунтовых ограждений котлованов	УК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
8	Применение МКЭ в решении геотехнических задач. Нелинейное решение для метода конечных элементов	УК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.



## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Основная литература:

1. Баклашов И.В., Картозия Б.А., Шашенко А.Н., Борисов В.Н. Геомеханика: Учебник для вузов. Том 2. Геомеханические процессы
  2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах. - М.: Изд-во «Недра» 1989.-728 с.
  3. Шапиро Д.М. Теория и расчетные модели оснований и объектов геотехники. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016.-180 с.
  4. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения/ Под. Общей ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева.- М.: Изд-во АСВ, 2014.-272 с.
5. Дополнительная литература:

1. Шапиро Д.М. Расчет конструкций и оснований методом конечных элементов : Учеб. пособие / Воронеж. гос. арх.- строит. акад. - Воронеж :, 1996. - 78с. (114)
2. Мангушев Р.А. Основания и фундаменты. –М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2011-392 с.(10)
3. Болдырев Г.Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса. Пеза: ПГУАС, 2008. -696 с.
4. Геотехнические методы подготовки строительных площадок : Учебное пособие / Мангушев Р. А. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. - 56 с. URL:<http://www.iprbookshop.ru/18991>

Справочно-нормативная литература

1. СП 91.13330.2012. Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80. Москва, 2012.
2. Основания, фундаменты и подземные сооружения/ М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др; Под общ. Ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Тро-фименкова. М.: Стройиздат, 1985.- 480 с.
3. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*. Москва, 2011.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- ноутбук, проектор, экран для презентаций;
- программные комплексы «ЛИРА-САПР 2018» и midas GTS NX.

Интернет-ресурсы:

1. <http://midasit.ru>
2. <http://www.liraland.ru/>
3. <http://your-goal.ru/>
4. [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
5. [dwg.ru](http://dwg.ru)
6. [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Компьютерный класс (а. 1206), компьютеры с установленным ПК MIDAS GTS NX и доступом в интернет.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Геомеханика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета задач по геомеханике. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушива-

	ние аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.