

**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.  
«28» мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«Исследование физико-механических свойств грунтов  
и их взаимосвязей»**

**Направление подготовки** 08.04.01 Строительство

**Программа** Проектирование и возведение конструкций в грунтовых средах


**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года


**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2019

Автор программы

  
\_\_\_\_\_/Ким В.Х./

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

  
\_\_\_\_\_/Панфилов Д.В. /

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_/Фонова С.И. /

Воронеж 2019

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение физико-механических свойств грунтов и методов их определения, так как этот вопрос является ключевым для развития как строительной механики грунтов, так и инженерной геологии.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение методов определения характеристик физико-механических свойств грунтов в лабораторных условиях и в условиях пространственного лотка;

- изучение физико-механических свойств грунтов с применением автоматизированных информационно-измерительных систем;

- знакомство с методами расчета оснований и используемыми в них параметрами физических и механических свойств грунтов;

- использование физико-механических свойств грунтов при решении различных задач механики грунтов численным методом с помощью программных комплексов;

- практическое применение полученных знаний при работе над курсовым проектом.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Исследование физико-механических свойств грунтов и их взаимосвязей» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Исследование физико-механических свойств грунтов и их взаимосвязей» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

ПК-2 - Способен осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности

ПК-3 - Способен вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

ПК-5 - Способен самостоятельно готовить, проводить и анализировать опыты по определению физико-механических свойств грунтовых оснований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
	Уметь осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и

	результатов исследований
	Владеть навыками проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
ПК-2	Знать методику планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности
	Владеть навыками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности
ПК-3	Знать методы разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
	Уметь вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
	Владеть навыками разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
ПК-5	Знать методы аналитического и численного исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей
	Уметь проводить аналитическое и численное исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей
	Владеть навыками аналитического и численного исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Исследование физико-механических свойств грунтов и их взаимосвязей» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	48
В том числе:		
Лекции	16	16

Лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа	96	96
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

## 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	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Зависимость между методами проектирования оснований зданий и сооружений и методами определения параметров грунтов	Методы расчета оснований и используемые в них параметры механических свойств грунтов. Основные требования СП 50-101-2004 и СП 11-105-97 к инженерно-геологическим изысканиям	4	6	16	26
2	Механические испытания грунтов с целью определения их прочностных и деформационных свойств	Условия прочности грунта. Геометрическое представление напряженного состояния и инвариантов. Условия прочности в инвариантах напряжений. Траектории напряжений и их влияние на механические свойства грунтов. Влияние вида напряженного состояния на прочностные свойства грунтов. Поведение глинистого грунта в процессе деформирования. Анизотропия прочности грунтов. Явление дилатансии в грунтах.	4	6	16	26
3	Испытания грунта в условиях невозможности бокового расширения Испытания грунта в условиях прямого сдвига, простого сдвига и кольцевого сдвига	Сжатие и консолидация грунта. Приборы, применяемые при проведении компрессионных испытаний. Процедура испытаний грунтов. Испытания грунтов с целью определения параметров первичной консолидации. Компрессионные испытания с непрерывным нагружением. Компрессионные испытания сильно сжимаемых грунтов. Определение параметров сжимаемости с использованием физических характеристик грунтов Прочность грунта, определяемая из испытаний в условиях прямого сдвига и простого сдвига. Испытания грунтов с целью определения параметров прочности в условиях прямого сдвига по методу ГОСТ 12248'96. Процедура представления результатов испытаний. Влияние скорости деформации на результаты испытаний. Зависимость параметров прочности от условий нагружения образцов грунта при одноплоскостном срезе. Испытания в условиях простого сдвига. Приборы, применяемые при проведении испытаний в условиях прямого сдвига и простого сдвига. Испытания в условиях кольцевого сдвига.	2	6	16	24
4	Испытания грунта в условиях осесимметричной деформации	Общие положения. Способы создания и управления напряжениями на границах образца. Конструкции приборов для испытания образцов грунта в условиях осесимметричной деформации. Определение скорости	2	6	16	24

		деформации в трехосных испытаниях. Коррекция трехосных данных. Процедура проведения испытаний. Методика испытаний не полностью водонасыщенных грунтов.				
5	Определение параметров прочности и деформируемости для решения некоторых задач геотехники в объемном лотке.	Общие положения. Приборы применяемые при лотковых испытаниях. Процедура проведения испытания в объемном лотке. Методика определения деформационных характеристик грунта в объемном лотке. Испытания с целью исследования поведения грунта на границе «грунт – конструкция».	2	4	16	22
6	Задачи механики грунтов	Решение задачи о действии нескольких вертикальных сосредоточенных сил, приложенных к поверхности линейно-деформируемого полупространства (задача Буссинеска). Решение задачи о действии нагрузок, распределенных по прямоугольным площадкам на поверхности линейно-деформируемого полупространства (задача Лява). Решение задачи о действии нагрузок, распределенных по прямоугольным площадкам на поверхности линейно-деформируемого полупространства (задача Лява). Расчет развития осадки столбчатого фундамента во времени. Расчет устойчивости гравитационной подпорной стенки, ограждающей выемку в грунте	2	4	16	22
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>32</b>	<b>96</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Испытания грунта в условиях невозможности бокового расширения
2. Испытания грунта в условиях прямого среза, простого сдвига и кольцевого среза
3. Испытания грунта в условиях осесимметричной деформации
4. Определение параметров прочности и деформируемости для решения некоторых задач геотехники в объемном лотке
5. Определение параметров прочности и деформируемости для решения некоторых задач геотехники в стенде для испытания моделей фундаментов

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 2 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Исследование физико-механических свойств грунтов и их взаимосвязей с численными методами расчета »

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Разрабатывается проект по исследованию физических и механических свойств грунтов и их взаимосвязей с численными методами расчета применительно к задачам механики грунтов.
- Аналитические геотехнические расчёты задач механики грунтов;
- Численные геотехнические расчёты задач механики грунтов в программном комплексе "Midas GTS NX"
- Анализ аналитических и численных геотехнических расчётов

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».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать методику планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать методы разработки эскизных, технических и рабочих проектов	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

	сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования		рабочих программах	рабочих программах
	Уметь вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать методы аналитического и численного исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить аналитическое и численное исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками аналитического и численного исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь осуществлять проведение работ по	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения	Задачи не решены

	обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований		в большинстве задач	
	Владеть навыками проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать методику планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь осуществлять планирование инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками планирования инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать методы разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать методы аналитического и численного исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%



Уметь проводить аналитическое и численное исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
Владеть навыками аналитического и численного исследования физико-механических свойств грунтовых оснований и их взаимосвязей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

**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**

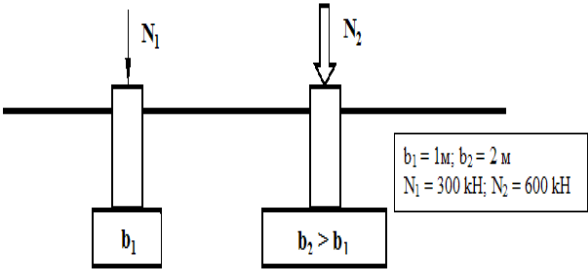
№ пп	Вопросы	Варианты ответов:
1	2	3
1.	Назовите прочностные характеристики грунта и испытания, при которых они определяются?	<input type="radio"/> $m_v, E_0$ - компрессионные <input type="radio"/> $m_v, E_0, \varphi$ - компрессионные, сдвиговые <input type="radio"/> $\varphi, C$ - сдвиговые <input type="radio"/> $m_v, E_0, \varphi, C$ - стабилметрические
2.	Как можно аналитически выразить закон Кулона для глинистого грунта?	<input type="radio"/> $\tau_{max} = P \times \text{tg } \varphi$ <input type="radio"/> $\tau_{max} = P \times \text{tg } \varphi + C$ <input type="radio"/> $\tau_{max} = P(\text{tg } \varphi + C)$ <input type="radio"/> $\tau_{max} = P + C \times \text{tg } \varphi$
3.	С какой целью определяется угол внутреннего трения и сцепление грунта?	<input type="radio"/> Для определения прочностных свойств грунтов <input type="radio"/> Для определения деформационных свойств грунтов <input type="radio"/> Для определения физических свойств

		<p>грунта</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Для определения деформационно-прочностных свойств грунта</li> </ul>
4.	В чём преимущества стабилметрических испытаний по сравнению со сдвиговыми?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Возможность определения формы деформации</li> <li><input type="radio"/> Возможность определения <math>\varphi</math>, <math>C</math>, <math>E_0</math>, <math>e</math></li> <li><input type="radio"/> Возможность определения <math>\varphi</math>, <math>C</math>, <math>E_0</math>, <math>e</math>, <math>\gamma</math></li> <li><input type="radio"/> Учёт объёмно – напряжённого состояния</li> </ul>
5.	Какое минимальное количество образцов глинистого грунта необходимо для стабилметрических испытаний?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> 1</li> <li><input type="radio"/> 2</li> <li><input type="radio"/> 3</li> <li><input type="radio"/> 4</li> </ul>
6.	Какие характеристики грунта определяются стабилметрическими испытаниями?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>m_v</math>, <math>E_0</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\varphi</math>, <math>E_0</math>, <math>\nu</math>, <math>c</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\varphi</math>, <math>E_0</math>, <math>\nu</math>, <math>E_{об}</math>, <math>c</math></li> <li><input type="radio"/> <math>m_v</math>, <math>E_0</math>, <math>\nu</math>, <math>E_{об}</math>, <math>c</math></li> </ul>
7.	При стабилметрических испытаниях получили значения главных нормальных напряжений $\sigma_1 = 0,15$ МПа, $\sigma_2 = 0,05$ МПа. Определить угол внутреннего трения песка.	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>15^\circ</math></li> <li><input type="radio"/> <math>30^\circ</math></li> <li><input type="radio"/> <math>45^\circ</math></li> </ul>

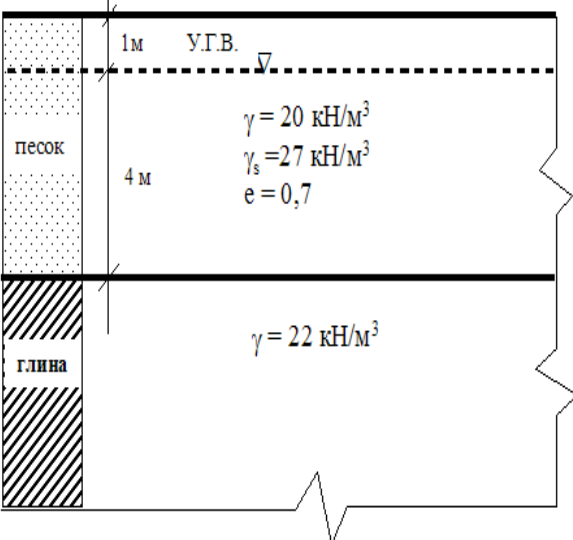
		<input type="radio"/> 35
8.	В каких единицах измеряется сцепление грунта?	<input type="radio"/> $\text{см}^2/\text{кг}$ <input type="radio"/> тм <input type="radio"/> МПа <input type="radio"/> $\text{МПа}^{-1}$
9.	Для чего служат испытания грунта крыльчаткой?	<input type="radio"/> Определение С <input type="radio"/> Определение С, $\phi$ <input type="radio"/> Определение С, $\phi$ , h <input type="radio"/> Определение С, $\phi$ , $E_0$
10.	Какими испытаниями можно определить коэффициент Пуассона в грунтах?	<input type="radio"/> Сдвиговыми <input type="radio"/> Стабилометрическими <input type="radio"/> Компрессионными <input type="radio"/> Полевыми
11.	От чего зависит угол внутреннего трения песка?	<input type="radio"/> От крупности и минералогического состава песка, его пористости и в значительно меньшей степени от влажности <input type="radio"/> От удельного веса минеральных частиц, коэффициента водонасыщения и коэффициента сжимаемости <input type="radio"/> От прикладываемого давления, прочности связей между частицами и влажности <input type="radio"/> От прикладываемого касательного давления, от формы минеральных зерен и

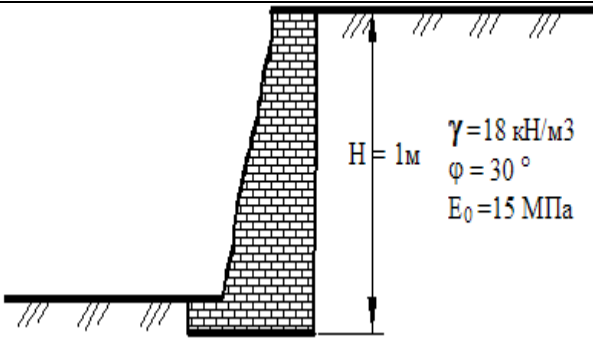
		степени заполнения пор водой
--	--	------------------------------

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

№ пп	Вопросы	Варианты ответов:
1	2	3
1.	<p>Что такое изобары и какие очертания они имеют при плоской деформации?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Линии равных горизонтальных напряжений</li> <li><input type="radio"/> Линии равных вертикальных напряжений</li> <li><input type="radio"/> Линии равных вертикальных деформаций</li> <li><input type="radio"/> Линии равных касательных напряжений</li> </ul>
2.	<p>Какой из этих фундаментов при равных грунтовых условиях даст большую осадку и почему?</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Первый</li> <li><input type="radio"/> Второй</li> <li><input type="radio"/> Оба получают одинаковую осадку</li> <li><input type="radio"/> Первый в 2 раза большую, чем второй</li> </ul>
3.	<p>Какова форма эпюры контактных напряжений под абсолютно жёстким фундаментом?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Прямоугольная</li> <li><input type="radio"/> Выпуклая</li> <li><input type="radio"/> Седлообразная</li> <li><input type="radio"/> Колокообразная</li> </ul>
4.	<p>Что такое расчётное сопротивление грунта и от чего оно зависит?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Давление, при котором фундамент даст осадку, равную <math>0,5 S_u</math></li> <li><input type="radio"/> Давление соответствующие</li> </ul>

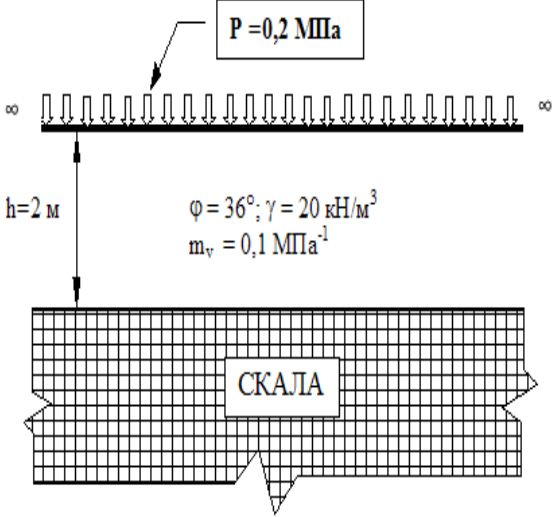
		<p>концу 1 фазы напряжённого состояния</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Давление, при котором пластических деформаций под подошвой не возникает</li> <li><input type="radio"/> Давление, при котором глубина зон пластических деформаций равна <math>\frac{1}{4}</math> ширины подошвы фундамента</li> </ul>
5.	Что происходит в основании при достижении предельного давления под подошвой?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Разуплотнение грунта</li> <li><input type="radio"/> Выпор грунта из-под подошвы фундамента</li> <li><input type="radio"/> Образование зон пластических деформаций</li> <li><input type="radio"/> Упругое уплотнение с образованием зон пластических деформаций</li> </ul>
6.	От чего зависит устойчивость сыпучего (песчаного) грунта?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>\varphi</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\varphi; c</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\varphi; c; E_0</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\varphi; c; E_0; \beta</math></li> </ul>
7.	Каким из приближённых методов может определяться устойчивость откоса грунта, обладающего трением и сцеплением?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> С использованием логарифмических поверхностей скольжения</li> <li><input type="radio"/> С использованием логарифмических поверхностей скольжения и последовательных приближений</li> <li><input type="radio"/> С использованием</li> </ul>

		<p>круглоцилиндрических поверхностей скольжения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Графо-аналитический метод с использованием круглоцилиндрических поверхностей скольжения</li> </ul>
8.	<p>Что такое пассивное давление грунта?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Давление грунта на подпорную стенку</li> <li><input type="radio"/> Давление подпорной стенки на грунт</li> <li><input type="radio"/> Активное давление, но в обратном направлении</li> <li><input type="radio"/> Боковое давление грунта в предельном состоянии</li> </ul>
9.	<p>Определите природное давление грунта на глубине 2 м, при следующем геологическом разрезе:</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> 10 кН/м<sup>2</sup></li> <li><input type="radio"/> 20 кН/м<sup>2</sup></li> <li><input type="radio"/> 30 кН/м<sup>2</sup></li> <li><input type="radio"/> 40 кН/м<sup>2</sup></li> </ul>
10.	<p>Определить максимальное значение бокового давления песка на подпорную стенку (см. схему).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> 6 кН/м<sup>2</sup></li> <li><input type="radio"/> 9 кН/м<sup>2</sup></li> <li><input type="radio"/> 12 кН/м<sup>2</sup></li> </ul>

	 <p> <math>H = 1\text{ м}</math>  <math>\gamma = 18 \text{ кН/м}^3</math>  <math>\varphi = 30^\circ</math>  <math>E_0 = 15 \text{ МПа}</math> </p>	<input type="radio"/> 18 кН/м <sup>2</sup>
11.	<p>Каким образом влияет на величину равнодействующей активного давления грунта на подпорную стену наклон задней грани стены?</p>	<input type="radio"/> Если задняя грань стены имеет уклон в сторону засыпки, то давление уменьшается, в противоположную сторону – увеличивается  <input type="radio"/> Если задняя грань стены имеет уклон в сторону засыпки, то давление увеличивается, в противоположную сторону – уменьшается  <input type="radio"/> Влияния нет  <input type="radio"/> В обоих случаях давление уменьшается

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

№ пп	Вопросы	Варианты ответов:
1	2	3
1.	<p>Как определяется глубина активной сжимаемой толщи в определении осадки фундамента методом послойного суммирования при <math>E_0 &gt; 5 \text{ МПа}</math>?</p>	<input type="radio"/> Из условия $\sigma_p < 0,2 \sigma_q$ <input type="radio"/> Из условия $\sigma_p > 0,2 \sigma_q$ <input type="radio"/> Из условия $\sigma_p < 0,1 \sigma_q$ <input type="radio"/> Из условия $\sigma_p = \sigma_q$
2.	<p>Определить осадку слоя песка при следующем геологическом разрезе:</p>	<input type="radio"/> 2 см

		<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> 3 см</li> <li><input type="radio"/> 4 см</li> <li><input type="radio"/> 5 см</li> </ul>
3.	По какой формуле определяется осадка методом эквивалентного слоя?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>S = h(P/m_v)</math></li> <li><input type="radio"/> <math>S = h_3 m_v P</math></li> <li><input type="radio"/> <math>S = h_3 m_v P \gamma</math></li> <li><input type="radio"/> <math>S = h m_v P</math></li> </ul>
4.	Как можно определить осадку фундамента с учётом влияния соседних?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Методом последовательного приближения</li> <li><input type="radio"/> Методом секущих отрезков</li> <li><input type="radio"/> Методом угловых линий</li> <li><input type="radio"/> Методом угловых точек</li> </ul>
5.	Что вызовет недогрузка одного из фундаментов?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Повышенный запас прочности</li> <li><input type="radio"/> Уменьшение расчётного сопротивления грунта</li> <li><input type="radio"/> Неравномерную осадку для</li> </ul>



		<p>здания</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Развитие предельного сопротивления грунта</li> </ul>
6.	Как гидростатическое давление воды может изменить структуру грунта дна котлована?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Разуплотнить</li> <li><input type="radio"/> Уплотнить</li> <li><input type="radio"/> Пригрузить</li> <li><input type="radio"/> Никак</li> </ul>
7.	Что такое суффозия?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Оползание грунта</li> <li><input type="radio"/> Размыв грунта</li> <li><input type="radio"/> Вынос минеральных частиц грунта потоками воды</li> <li><input type="radio"/> Вынос минеральных частиц грунта потоками воды совместно с их растворением</li> </ul>
8.	Какие конструкции зданий наиболее чувствительны к неравномерным осадкам?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Разрезные</li> <li><input type="radio"/> Балки, плиты</li> <li><input type="radio"/> Неразрезные</li> <li><input type="radio"/> Железобетонные</li> </ul>
9.	Какую деформацию сооружения называют скручиванием?	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Крен фасадной стены</li> <li><input type="radio"/> Крен торцовой стены</li> <li><input type="radio"/> Крен фасадной и торцовых стен</li> <li><input type="radio"/> Крен торцовых стен в</li> </ul>

		разные стороны
10.	По какому закону изменяется эпюра дополнительного уплотняющего давления под подошвой фундамента?	<input type="radio"/> $\sigma_q = \alpha (\sigma_0 - \sigma_{qh})$ <input type="radio"/> $\sigma_q = 0,2 \alpha (\sigma_0 - \sigma_{qh})$ <input type="radio"/> $\sigma_q = 0,1 \alpha (\sigma_0 - \sigma_{qh})$ <input type="radio"/> $\sigma_q = \alpha \sigma_{qh}$
11.	Что такое активная сжимаемая тоща?	<input type="radio"/> Толща ниже подошвы фундамента, в пределах которой возникают дополнительные напряжения от нагрузок сооружения, приводящие преимущественно к вертикальным деформациям грунта основания (осадке) <input type="radio"/> Толща развития пластических деформаций, где преобладают боковые смещения частиц и формируются непрерывные поверхности скольжения <input type="radio"/> Толща ниже подошвы фундамента, где напряжения распределяются в соответствии с решениями теории упругости <input type="radio"/> Толща, осадка которого при сплошной равномерно распределенной нагрузке равна осадке фундамента ограниченных размеров при той же интенсивности нагрузки

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Показатели физического состояния глинистого грунта, определяемые путем лабораторных испытаний, и производные.
2. Классификационные показатели глинистых грунтов. Разновидности

- глинистых грунтов согласно классификации по ГОСТ 25100 –95.
3. Метод лабораторного определения влажности. Естественная влажность грунта  $W$ .
  4. Метод лабораторного определения влажности. Влажность на границе текучести  $W_L$ .
  5. Метод лабораторного определения влажности. Влажность на границе раскатывания  $W_p$ .
  6. Методы лабораторного определения плотности грунта.
  7. Показатели физического состояния песчаного грунта, определяемые путем лабораторных испытаний, и производные.
  8. Классификационные показатели песчаных грунтов. Разновидности песчаных грунтов согласно классификации по ГОСТ 25100 –95.
  9. Метод лабораторного определения гранулометрического состава песчаного грунта.
  10. Построение логарифмической кривой грансостава и определение коэффициента неоднородности песчаного грунта.
  11. Метод лабораторного определения коэффициента фильтрации грунта.
  12. Закон фильтрации (Дарси).
  13. Изменение коэффициента пористости грунта при уплотнении его давлением  $P$  в компрессионном приборе (на примере компрессионной кривой).
  14. Развитие осадок грунта во времени [ $\Delta h = f(t)$ ]. Понятие условной стабилизации осадок.
  15. Построение компрессионного графика [ $e = f(P)$ ]. Закон уплотнения грунта.
  16. Показатели сжимаемости грунта и их определение при компрессионных испытаниях.
  17. Прочность грунта. Закон Кулона для сыпучих грунтов. Показатели прочности сыпучего грунта.
  18. Прочность грунта. Закон Кулона для связных грунтов. Показатели прочности связного грунта.
  19. Испытания грунта в приборе прямого одноплоскостного среза.
  20. Построение графика зависимости горизонтальных деформаций грунта от касательных напряжений [ $\Delta l = f(\tau)$ ] при испытаниях в срезном приборе.
  21. Построение графика сопротивления срезу [ $\tau = f(\sigma)$ ] и определение параметров прочности грунта.
  22. Условия прочности грунта.
  23. Геометрическое представление напряженного состояния и инвариантов.
  24. Условия прочности в инвариантах напряжений.
  25. Влияние вида напряженного состояния на прочностные свойства грунтов.
  26. Явление дилатансии в грунтах.  
Испытания грунта в условиях осесимметричной деформации

### 7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

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

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Зависимость между методами проектирования оснований зданий и сооружений и методами определения параметров грунтов	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Механические испытания грунтов с целью определения их прочностных и деформационных свойств	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Испытания грунта в условиях невозможности бокового расширения Испытания грунта в условиях прямого среза, простого сдвига и кольцевого среза	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Испытания грунта в условиях осесимметричной деформации	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Определение параметров прочности и деформируемости для решения некоторых задач геотехники в объемном лотке.	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Задачи механики грунтов	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	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**

1. Г.Г. Болдырев. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса : монография / – Пенза: ПГУАС, 2008. – 696 с.
2. Шапиро Д.М. Нелинейная механика грунтов: учебное пособие/Воронеж, 2015.-132 с.
3. Г.Г. Болдырев, М.В. Малышев Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах): учебное пособие/4-е изд., перераб. I доп.-Пенза: ПГУАС, 2009. – 412 с.
4. Мангушев Р.А. Механика грунтов: учебник/ Мангушев Р.А., Карлов В.Л., Сахаров И.И. - М., АСВ, 2009
5. Механика грунтов, основания и фундаменты: учебное пособие для строит. спец. вузов / С.Б. Ухов, В.В. Семенов, В.В. Знаменский и др.; Под ред. С.Б. Ухова. – М., Высшая школа, 2004

#### **Дополнительная литература:**

1. Алексеев В.М., Калугин П.И. Проектирование оснований и фундаментов сельскохозяйственных зданий и сооружений. – Воронеж, изд-во ВГУ, 2001
2. Далматов Б. И. Механика грунтов: Ч. 1: Основы геотехники: Учебник для вузов / Далматов Б. И., Бронин В. Н., Карлов В.Д. и др. - М., Изд. АСВ, 2002

3. Цытович Н. А. Механика грунтов (краткий курс) - М.: Высшая школа, 1983
4. Трофименков. Ю. Г. Полевые методы исследования строительных свойств грунтов/ Трофименков. Ю. Г., Воробков Л. Н. - М.: Стройиздат, 1981

#### **Справочно-нормативная литература**

1. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М., Минстрой России, ГУП ЦПП, 2012
2. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости - М., Стандартиформ, 2011
3. ГОСТ 23161-2012. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности. - М., Стандартиформ, 2013.
4. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* . - М., 2011
5. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 – М., 2011.
6. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник проектировщика /Под. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова - М., Стройиздат, 1985
7. Основания и фундаменты. Справочник/Под ред. Швецова Г.И. - М., Высшая школа, 1991.
8. Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник геотехника /Под. ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева - М., АСВ, 2014

**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:**

- геотехнический программный комплекс MIDAS GTS NX;
- PTC Mathcad — инженерное математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими

## **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 «Исследование физико-механических свойств грунтов и их взаимосвязей» читаются лекции, проводятся 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.

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; пометать 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.
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 зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.