

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: директор института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 2025.08.25 10:16:49

Уникальный провайдерский ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени  
А.Н. Костякова  
Кафедра сельскохозяйственного строительства  
и экспертизы объектов недвижимости

**УТВЕРЖДАЮ:**

И.о. директора института мелиорации  
водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Д.М. Бенин

“25” августа 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.02.01 «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ  
НЕСКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ»**

ФГОС ВО для подготовки магистров

Направление: 08.04.01 Строительство

Направленность: Строительно-техническая экспертиза объектов недвижимости

Курс: 1

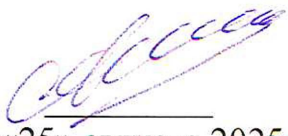
Семестр 1

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025 г.

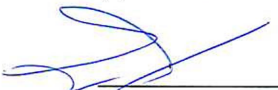
Москва, 2025

Разработчик: Савельев А.В., к.т.н., доцент

  
«25» августа 2025г.

Рецензент: И.о. заведующего кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций.


к.т.н., доцент М.С. Али

  
«25» августа 2025г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП по направлению подготовки 08.04.01 Строительство и учебного плана, год начала подготовки 2025 г.


Программа обсуждена на заседании кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости протокол № 1 от «25» августа 2025г.

И. о. заведующего кафедрой сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости, к.т.н., доцент А.А. Ткачев


  
«25» августа 2025г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова  
Щедрина Е.В., к.п.н., доцент  
№7 от «25» августа 2025г.

  
«25» августа 2025г.

И. о. заведующего кафедрой сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости, к.т.н., доцент А.А. Ткачев

  
«25» августа 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ... ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>7</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ.....	7
ПО СЕМЕСТРАМ.....	7
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ СОСТАВЛЯЕТ 4 ЗАЧЕТНЫЕ ЕДИНИЦЫ(144 ЧАСА), ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ВИДАМ РАБОТ ПРЕДСТАВЛЕНО В ТАБЛИЦЕ №2. ....</b>	<b>7</b>
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.....	9
Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины.....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>11</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО .....</b>	<b>11</b>
<b>ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ .....	11
для оценки знаний, умений и навыков студентов.....	11
6.1.1. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА.....	11
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	13
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>14</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	14
1. Силкин А.М, Жарницкий В.Я., Юрченко С.Г., Савельев А.В.. МЕХАНИКА ГРУНТОВ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ СООРУЖЕНИЙ. Учебник. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017.187 с .....	14
2. В.Я.Жарницкий, Н.Ф.Жарницкая, Е.В.Андреев. Учебное пособие. Геотехнические исследования грунтов оснований обследуемых зданий и сооружений. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – 191с.....	14
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>14</b>
<b>НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ .....</b>	<b>14</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ.....</b>	<b>14</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО     ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>15</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>15</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	16
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ.....</b>	<b>16</b>
<b>ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>16</b>

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.02.01  
«Математические модели деформирования нескальных грунтов» для  
подготовки магистра по направлению 08.04.01 Строительство,  
направленность Строительно-техническая экспертиза объектов  
недвижимости**

**Цель дисциплины:** научить проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов, определять исходные данные для проектирования и расчетного обоснования, получить знания методов мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, умение вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, готовить научно-технические отчеты, обзоры публикаций по теме исследования, способности к адаптации современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов; ознакомление студентов с существующими математическими моделями, применяемыми при расчетах оснований с учетом требований и составом строительной инженерно-геологической экспертизы основания и фундамента сооружения для выявления необходимости их усиления и выбора метода и конструктивной схемы усиления, выполнения его инженерного расчета; формирование у студентов знаний в области моделирования для выбора программного комплекса автоматического проектирования или численных методов расчета напряженно-деформированного состояния оснований и фундаментов.

**Место дисциплины в учебном плане:** часть, формируемая участниками образовательных отношений учебного плана, дисциплина по выбору

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПК<sub>ос</sub>-1,1; ПК<sub>ос</sub>-1,2; ПК<sub>ос</sub>-1,3.

**Краткое содержание дисциплины:** Геотехнические исследования грунтов основания. Практические методы расчета конечных осадков оснований. Особые случаи расчета осадков оснований фундаментов. Компьютерное моделирование с помощью программных комплексов для автоматического моделирования (программы «Мономах 4.5», «Foundation»). Численные методы решения геотехнических задач: основные положения. Условия моделирования. Осесимметричная, плоская, пространственная задачи. Метод конечных элементов в задачах взаимодействия фундаментов с грунтовым основанием.

**Общая трудоемкость дисциплины:** составляет 4 зачетных единицы (144 часа), в т.ч. 4 часа на практическую подготовку.

**Промежуточный контроль:** зачет.

## **1. Цели освоения дисциплины**

**Цели освоения** дисциплины «Математические модели деформирования нескальных грунтов»: ознакомление студентов с существующими математическими моделями, изучение особенностей деформирования грунтов для составления уравнений состояния нескальных грунтов и выбора методики определения их постоянных, основанной на использовании результатов опытных данных, удовлетворяющих статическому и динамическому деформированию с точностью самих экспериментов; изучение и овладение методиками компьютерного моделирования с использованием существующих математических моделей, которые должны обеспечивать возможность расчета параметров напряженно-деформированного состояния дисперсных грунтов при разработке алгоритмов.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина Математические модели деформирования нескальных грунтов относится к дисциплине по выбору базовой части теоретического блока основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 08.04.01 Строительство. Содержание и структура дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО и учебного плана подготовки по направлению.

Изучение студентами дисциплины основывается на знаниях, полученных ими при обучении в бакалавриате по следующим дисциплинам: математика, вычислительная техника, сопротивление материалов, механика грунтов, гидравлика, основания и фундаменты.

Дисциплина Математические модели деформирования нескальных грунтов является основополагающей для оценки технического состояния зданий и сооружений при экспертизе объектов недвижимости.

Рабочая программа дисциплины Математические модели деформирования нескальных грунтов для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, формирование в целях совершенствования оценки технического состояния сооружений.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных (ПК) компетенций, представленных в таблице №1.

Таблица №1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПК <sub>ос</sub> -1	Способность проводить экспертизу проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства	ПК <sub>ос</sub> - 1.1 Выбор и анализ нормативных документов, регламентирующих предмет экспертизы	нормативные документы, регламентирующие предмет экспертизы	анализировать нормативные документы, регламентирующие предмет экспертизы	методами анализа нормативных документов, регламентирующих предмет экспертизы
			ПК <sub>ос</sub> - 1.2 Экспертиза и анализ проектных решений в строительстве	проектные решения в строительстве	анализировать проектные решения в строительстве	методами анализа проектных решений в строительстве
			ПК <sub>ос</sub> - 1.3 Оценка соответствия технических и технологических решений в сфере промышленного и гражданского строительства требованиям нормативных документов	технические и технологические решения в сфере промышленного и гражданского строительства	оценивать соответствия технических и технологических решений в сфере промышленного и гражданского строительства требованиям нормативных документов	требованиями нормативных документов для принятия проектных решений в строительстве

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице №2.

Таблица №2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час./*	В т.ч. по семестрам № 1
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>32,25/4</b>	<b>32,25/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>32,25/4</b>	<b>32,25/4</b>
в том числе:		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	16 /4	16/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>111,75</b>	<b>111,75</b>
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	41	41
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	61,75	61,75
Подготовка к зачёту	9	9
<b>Вид промежуточного контроля:</b>		<b>зачёт</b>

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего/*	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/*	ЛР	ПКР	
Геотехнические исследования грунтов основания	44	4	12		-	28
Теоретические основы и практические методы расчета деформаций оснований фундаментов	62,75/4	4	4/4		-	54,75
Численные методы механики деформирования твердого тела.	24	4	-		-	20

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Метод конечных элементов в задачах взаимодействия фундаментов с грунтовым основанием	4	4				
<i>Подготовка к зачету</i>	9	-	-		-	9
<i>ПКР</i>	0,25				0,25	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144/4</b>	<b>16</b>	<b>16/4</b>		<b>0,25</b>	<b>111,75</b>

\* в том числе практическая подготовка

### Содержание разделов дисциплины

#### Раздел №1. Геотехнические исследования грунтов основания

##### *Тема 1. Лабораторные исследования грунтов.*

Определение классификационных характеристик грунта. Лабораторное определение характеристик грунта после их водонасыщения.

##### *Тема 2. Полевые исследования грунтов.*

Определение сжимаемости грунта по результатам испытания грунтов статическими нагрузками в шурфе.

#### Раздел №2. Теоретические основы и практические методы расчета деформаций оснований фундаментов.

*Тема 1. Расчет оснований с использованием теории упругости.* Практические методы расчета конечных осадков оснований. Особые случаи расчета осадков оснований фундаментов. Компьютерное моделирование

Тема.1.1. Аналитические и численные зависимости в моделях грунтов.

Тема.1.2. Взаимосвязь напряжений и деформаций

Тема.1.3. Основные математические модели грунтового основания

Тема 1.4. Модель упругого тела

Тема 1.5. Модель упруго-пластического тела

Тема.1.6. Критерий прочности Кулона-Мора

Тема 1.7. Итерационный метод расчета нелинейных задач

Тема 1.8. Особенности моделирования просадочных процессов в грунтах основания

Тема 1.9. Модели Винклера и Пастернака

Тема 1.10. Модель линейно-деформируемого полупространства

*Тема 2. Расчет осадок фундамента методами линейной механики грунтов.* Компьютерное моделирование с помощью программных комплексов для автоматического моделирования (программы «Мономах 4.5», «Foundation»)

*Тема 3. Модель деформируемого слоя конечной толщины.* Практические методы расчета конечных осадков оснований. Компьютерное моделирование.

#### Раздел №3. Численные методы механики деформирования твердого тела.

*Тема 1. Численные методы решения геотехнических задач.* Основные положения. Условия моделирования. Осесимметричная, плоская, пространственная задачи. Граничные условия. Моделирование в комплексе Plaxis. Результаты расчета.

**Раздел №4. Метод конечных элементов в задачах взаимодействия фундаментов с грунтовым основанием.**

**Тема 1. Метод конечных элементов при решении задач при изменении влажностного режима грунтовых оснований, модификации его свойств.**

Основные положения. Условия моделирования. Осесимметричная, плоская, пространственная задачи. Граничные условия.

**4.3 Лекции и практические занятия**

Таблица №4

**Содержание лекций, практических занятий и контрольных мероприятий**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/*
<b>Раздел 1. Геотехнические исследования грунтов основания</b>					
1	Тема 1. Лабораторные исследования грунтов.	Практическое занятие №1 по определению наименования глинистого и песчаного грунтов и торфа	ПК <sub>ос</sub> -1.1; ПК <sub>ос</sub> -1.2; ПК <sub>ос</sub> -1.3	Защита практической работы	2
2		Практическое занятие №2 по определению коэффициента фильтрации в приборе КФ–00м по ГОСТ 25584-90	ПК <sub>ос</sub> -1.1; ПК <sub>ос</sub> -1.2; ПК <sub>ос</sub> -1.3	Защита практической работы	2
3		Практическое занятие №3 по определению максимальной плотности песка и оптимальной влажности в приборе для стандартного уплотнения	ПК <sub>ос</sub> -1.1; ПК <sub>ос</sub> -1.2; ПК <sub>ос</sub> -1.3	Защита практической работы	2
4		Практическое занятие №4 по определению сжимаемости дисперсных грунтов в приборах трехосного сжатия	ПК <sub>ос</sub> -1.1; ПК <sub>ос</sub> -1.2; ПК <sub>ос</sub> -1.3	Защита практической работы	2
5		Практическое занятие №5 по определению прочностных характеристик грунта в стабилометрах	ПК <sub>ос</sub> -1.1; ПК <sub>ос</sub> -1.2; ПК <sub>ос</sub> -1.3	Защита практической работы	2
6	Тема 2. Полевые исследования грунтов	Практическое занятие №6 по определению сжимаемости грунта по результатам испытания грунтов статическими нагрузками в шурфе	ПК <sub>ос</sub> -1.1; ПК <sub>ос</sub> -1.2; ПК <sub>ос</sub> -1.3	РГР по полевым методам исследования свойств грунтов	2
<b>Раздел 2. Теоретические основы и практические методы расчета деформаций оснований фундаментов.</b>					
1	Тема 1. Расчет оснований с	Практическое занятие №7 по решению задач с применением	ПК <sub>ос</sub> -1.1; ПК <sub>ос</sub> -1.2; ПК <sub>ос</sub> -1.3	Проверка правильности	2/2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	использованием теории упругости	ем компьютерного комплекса «Foundation».		расчета	
2	Тема 2. Модель деформируемого слоя конечной толщины.	Практическое занятие №8. Практические методы расчета конечных осадок оснований. Компьютерное моделирование	ПК <sub>ос</sub> -1.1; ПК <sub>ос</sub> -1.2; ПК <sub>ос</sub> -1.3	Проверка правильности расчета	2/2
<b>Раздел №3. Численные методы механики деформирования твердого тела</b>					
1	Тема 1. Численные методы решения геотехнических задач	Лекции №№1,2. Численные расчеты с использованием линейных и нелинейных моделей поведения грунта и материала фундаментов.	ПК <sub>ос</sub> -1.2;	Проверка правильности расчета	4
		Лекции №№ 3,4. Моделирование в комплексе Plaxis. Решение задач.	ПК <sub>ос</sub> -1.2;	Проверка правильности расчета	4
<b>Раздел 4. Метод конечных элементов в задачах взаимодействия фундаментов с грунтовым основанием</b>					
1	Тема 1. Метод конечных элементов при решении задач при изменении влажностного режима грунтовых оснований, модификации его свойств.	Лекция №5,6. Метод моделирования конечных элементов. Определение области моделирования.	ПК <sub>ос</sub> -1.2;	Проверка правильности расчета	4
		Лекция №7,8. Разбиение расчетной области на конечные элементы. Выбор граничных условий с учетом изменения влажностного режима грунтов основания. Расчет. Результаты расчета.	ПК <sub>ос</sub> -1.2;	Проверка правильности расчета	4
<b>Всего</b>					<b>32</b>

\* в том числе практическая подготовка

## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины Таблица 5

№ п/п	№ темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 2. Теоретические основы и практические методы расчета оснований</b>		
1	Тема.1.1	Аналитические и численные зависимости в моделях грунтов. ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
2	Тема.1.2	Взаимосвязь напряжений и деформаций ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
3	Тема.1.3	Основные математические модели грунтового основания ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
4	Тема 1.4	Модель упругого тела ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
5	Тема 1.5	Модель упруго-пластического тела ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
6	Тема.1.6	Критерий прочности Кулона-Мора ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
7	Тема 1.7	Итерационный метод расчета нелинейных задач ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
8	Тема 1.8	Особенности моделирования просадочных процессов в грунтах основания ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
9	Тема.1.9	Модели Винклера и Пастернака ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3
11	Тема 1.10	Модель линейно-деформируемого полупространства ПК <sub>ос</sub> -1,1; ПК <sub>ос</sub> -1,2; ПК <sub>ос</sub> -1,3

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. Метод конечных элементов при решении задач при изменении влажностного режима грунтовых оснований, модификации его свойств.	ЛР Метод анализа конкретной ситуации (ситуационный анализ, анализ конкретных ситуаций, case-study) – поиск альтернативных решений и принятия оптимального решения проблем.
2.	Обсуждение и выбор темы расчетно-графической работы	ЛР Методика «Дерево решений» - практический способ оценить преимущества и недостатки различных вариантов усиления фундаментов.
4	Определение классификационных характеристик грунта. Лабораторное определение характеристик грунта после их водонасыщения.	ЛР Метод презентации материала

На занятиях при изложении материала следует пользоваться иллюстративным материалом, ориентированным на использование мультимедийного, презентационного и лабораторного оборудования, отображающим характерные примеры вывода на экран компьютера текстовой, графической и цифровой информации.

**Образовательные технологии:** метод проблемного изложения материала; самостоятельное чтение студентами учебно-методической и справочной литературы и последующей свободной дискуссии по освоенному ими

материалу, использование иллюстративных видеоматериалов (видеофильмы, фотографии, компьютерной презентации), демонстрируемых на современном оборудовании, опросы в интерактивном режиме.

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков студентов**

#### **6.1.1. Расчетно-графическая работа**

В течение преподавания дисциплины Математические модели деформирования нескальных грунтов в качестве форм текущей аттестации студентов используются такие формы как контрольные работы и написание итоговой расчетно-графической работы. По итогам обучения проводится зачет.

Примерная тематика расчетно-графической работы: *Моделирование работы грунта основания с учетом возможного водонасыщения.*

Примерный состав расчетно-графической работы:

1. Исходные данные:
  - Описание сооружения
  - Инженерно-геологические условия на участке строительства по результатам испытания его статическими нагрузками в шурфе.
2. Определение механических характеристик грунта
3. Выбор модели грунта с учетом возможного изменения их физико-механических характеристик при водонасыщении.
4. Выбор расчетной схемы для определения напряженно-деформированного состояния.
5. Результаты расчета возможной деформации грунта после поднятия уровня грунтовых вод с применением математической модели, выбранной и обоснованной студентом.
6. Выводы и рекомендации.
7. Список используемой литературы.

Рабочие чертежи должны содержать:

- схемы приборов для проведения лабораторных и полевых работ по определению характеристик грунта;
- графики по результатам лабораторных работ.
- инженерно-геологические разрезы, построенные на основе анализа данных полевых и лабораторных работ, а также результатов инженерно-геологических изысканий в соответствии с ГОСТ 20522-96 и 25100-20115, выделив инженерно-геологические элементы.

Выполненная расчетно-графическая работа должна быть представлена в виде сброшюрованной пояснительной записки на стандартных листах писчей бумаги формата А4 с необходимыми схемами. Все формулы и схемы, приведенные в РГР, должны иметь свои порядковые номера, а по тексту записки должны быть сделаны ссылки на эти номера. В конце записки указывается перечень использованной литературы. Пояснительная записка должна быть снабжена титульным листом. На нее должна быть получена рецензия.

## **6.2. Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине *Математические модели деформирования нескальных грунтов***

1. Причины возникновения деформаций оснований.
2. Показатели, характеризующие совместные деформации основания и сооружения.
3. Мероприятия по уменьшению деформаций оснований и их влияния на сооружения.
4. Основные расчетные модели грунтовых оснований.
5. Схема расчетной модели Фусса - Винклера.
6. Схема расчетной модели линейно-деформируемого полупространства.
7. Схема модели линейно-деформируемого слоя конечной толщины.
8. Схемы расчетных моделей, схематизирующих зависимость между осадкой и нагрузкой на грунт.
9. Общие требования к проектированию оснований и фундаментов.
10. Техничко-экономические факторы, определяющие выбор оснований и фундаментов.
11. Последовательность расчета и проектирования оснований и фундаментов.
12. Материалы, необходимые для проектирования оснований и фундаментов.
13. Общие положения расчета по предельным состояниям. Виды предельных состояний.
14. Теоретические основы расчета осадок оснований фундаментов.
15. Практические методы расчета конечных деформаций оснований фундаментов.
16. Практические методы расчета осадок оснований фундаментов во времени.
17. Особые случаи расчета осадок оснований фундаментов.
18. Приложение численных методов расчета к задачам механики грунтов.
19. Численные методы решение задач механики.
20. Конечные разности и метод конечных элементов – достоинства недостатки, область приложения.
21. Дискретизация МКЭ: обобщённая формулировка, вариационный принцип, функции формы, конечные элементы, интегрирование по элементу, матрица жёсткости, сборка матрицы.
22. Учёт физической нелинейности в уравнениях МКЭ.
23. Итерационный метод решения системы алгебраических уравнений.
24. Метод переменной жесткости.
25. Метод начальных напряжений.
26. Метод начальных деформаций.
27. Расчет осадок фундамента методами линейной и нелинейной механики грунтов.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине «Математические модели деформирования нескальных грунтов» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов: **зачет** или **незачет**

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости

Для получения зачета по дисциплине студент должен:

1. Отработать все практические занятия
2. Получить зачет по каждому практическому занятию.
3. Получить правильные ответы при решении компьютерных задач.
4. Написать и защитить РГР.
5. Ответить на вопросы к зачету.

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Уровень успеваемости	Критерии оценивания
Достаточный (зачтено)	Заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Минимальный (не зачтено)	Заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, практические навыки не сформированы.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Жарницкий В. Я. Обследование и реконструкция фундаментов зданий и сооружений : Учебное пособие / В. Я. Жарницкий, Н. Ф. Жарницкая, Е. В. Андреев. - Москва : Издательство РГАУ-МСХА, 2015. - 304 с.
2. Жарницкий В. Я. Геотехнические исследования грунтов оснований обследуемых зданий и сооружений. : Учебное пособие. / В. Я. Жарницкий, Н. Ф. Жарницкая, Е. В. Андреев. - М. : ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2014. - 192 с.
3. Силкин А. М. Механика грунтов. Основания и фундаменты сооружений : Учебник / А. М. Силкин, В. Я. Жарницкий, С. Г. Юрченко, А. В. Савельев. - М. : РГАУ-МСХА, 2017. - 179 с.
4. .

### 7.2 Дополнительная литература

1. 1. Жарницкий В. Я. Оценка технического состояния зданий и сооружений / В. Я. Жарницкий, Н. Ф. Жарницкая. - М. : ФГБОУ ВПО МГУП, 2013. - 216 с.
  2. Жарницкий В. Я. Усиление и реконструкция фундаментов и оснований : Учебное пособие / В. Я. Жарницкий. - [Б. м.] : ФГБОУ ВПО МГУП, 2011. - 113 с.
  3. Жарницкий В. Я. Техническая экспертиза зданий и сооружений : учебник / В. Я. Жарницкий, Н. Ф. Жарницкая, А. П. Смирнов. - Москва : Издательство РГАУ-МСХА, 2015. - 423 с.
- 7.3 Справочно-нормативная литература

**8. -телекоммуникационной сети  
«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Не используются.

**9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных**

1. Операционная система Windows;
2. Прикладные программы Microsoft Office;
3. Электронный каталог Научно-Технической Библиотеки МГСУ (<http://lib.mgsu.ru.>) (открытый доступ);

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1	2
Учебный кабинет кафедры: корпус 29; аудитория № 310 Грунтоведческая лаборатория аудитория №110	Демонстрационные плакаты, презентационное оборудование, настенный экран, возможность групповых и индивидуальных консультаций с использованием компьютерной техники, текущего контроля и промежуточной аттестации 1. Образцы различных видов грунтов; режущие кольца для определения плотности грунтов; балансирных конусов Васильева; набор грунтовых сит, индикаторов часового типа. 2. Стандартное лабораторное оборудование для проведения компрессионных и сдвиговых испытаний, а также стабилометр. 3. Приборы для определения набухаемости и размокаемости глинистых грунтов. 4. Прибор для определения угла естественного откоса песка.

**11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Преподаватель вкратце напоминает студентам теоретический материал, которому посвящена лабораторная работа, вместе со студентами готовит приборы и оборудование к проведению эксперимента, обращая внимание студентов на точность приборов и на оформление полученных результатов.

До начала проведения студентами лабораторной работы преподаватель обращает внимание студентов на выводы, которые должен получить студент по результатам работы, которые преподавателю необходимо проверить у каждого студента и расписаться в его работе в случае получения правильного результата.

При решении задач с помощью компьютерных комплексов необходимо разобрать со студентами, какие необходимо вводить в программу исходные данные по грунтам и объекту, решить со студентами пример по вводу данных в компьютерную программу

**Контроль усвоения** осуществляется путем принятия зачета у студентов по каждой лабораторной работе.

В результате изучения дисциплины Математические модели деформирования нескальных грунтов студент должен овладеть основными методами определения геотехнических показателей грунтов оснований, чтобы обеспечить нормальную эксплуатацию на нем сооружения. Преподаватель объясняет студентам, каким образом будет производиться контроль результатов, полученных на лабораторных работах: после каждой работы необходимо обработать полученные результаты и защитить их, а также преподаватель отве-

чает на все неясные теоретические вопросы или рекомендует научную литературу для самообразования для написания РГР .

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший занятия, обязан ознакомиться с теоретическим материалом по теме пропущенной лабораторной работы и отработать пропущенную лабораторную работу, оформить и защитить полученные результаты.

### **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Преподаватель должен объяснить студентам, что для практического освоения полученных знаний и выработки необходимых компетенций студентам в соответствии с исходными данными, приведенными в задании к РГР, определить характеристики грунтов после их возможного водонасыщения для ввода в компьютерную программу, предварительно изучить самостоятельно теоретический материал по численному моделированию.

Программу разработал: к.т.н., доцент Савельев А.В.



---

## РЕЦЕНЗИЯ

### на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 Математические модели деформирования нескальных грунтов по направлению 08.04.01 Строительство, направленность «Строительно-техническая экспертиза объектов недвижимости» (уровень выпускника – магистр)

Али Мунзер Сулейманом, и.о. зав. каф. сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций, к.т.н., доцент (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Математические модели деформирования нескальных грунтов» ОПОП ВО по направлению 08.04.01 Строительство, направленность «Строительно-техническая экспертиза объектов недвижимости» (уровень магистр), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости (разработчик – Савельев А.В., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришёл к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины Математические модели деформирования нескальных грунтов (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 08.04.01 Строительство. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 08.04.01 Строительство».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Математические модели деформирования нескальных грунтов» закреплены следующие компетенции: ПКос -1 (индикаторы достижения компетенции ПКос -1.1; ПКос-1.2; ПКос -1.3). Дисциплина Математические модели деформирования нескальных грунтов и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины Математические модели деформирования нескальных грунтов составляет 4 зачётных единицы (144 часа), в т.ч. 4 часа на практическую подготовку.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина Математические модели деформирования нескальных грунтов взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.04.01 Строительство и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области экспертизы и управления в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 08.04.01 Строительство.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла - направления 08.04.01 Строительство.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой - 2-мя источниками, дополнительной литературой – 3 наименований, нормативными изданиями - 4 источника - соответствуют требованиям ФГОС направления 08.04.01 Строительство.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Математические модели деформирования нескальных грунтов» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе ин-терактивных методов обучения.

13. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине Математические модели деформирования нескальных грунтов.

#### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведённой рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины Математические модели деформирования нескальных грунтов ОПОП ВО по направлению 08.03.01 Строительство, направленность Строительно-техническая экспертиза объектов недвижимости (степень выпускника - магистр), разработанная Савельевым А.В., доцентом кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости, к.т.н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

#### Рецензент:

Рецензент: Али Мунзер Сулейман, к.т.н., доцент  
и.о. зав. каф. сельскохозяйственного водоснабжения,  
водоотведения, насосов и насосных станций.



«25» августа 2025г.