

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ
В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
Министра образования
Республики Беларусь
В.А. Богуш

_____ /тип.
Регистрационный №ТД-____/тип.

**МЕХАНИКА ГРУНТОВ,
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ**

Типовая учебная программа
по учебной дисциплине для специальности
1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
образования, науки и кадров
Министерства сельского
хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь
_____ В.А. Самсонович
« _____ » _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления
высшего образования
Министерства образования
Республики Беларусь
_____ С.А. Касперович
« _____ » _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Директор Государственного
объединения по мелиорации земель,
водному и рыбному хозяйству
«Белводхоз»
_____ С.Н. Лецко
« _____ » _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»
_____ И.В. Титович
« _____ » _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области сельского хозяйства
_____ П.А. Саскевич
« _____ » _____ 20__ г.

Эксперт-нормоконтролер

« _____ » _____ 20__ г.

Минск 2017

СОСТАВИТЕЛИ:

С. М. Курчевский, доцент кафедры сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Д. В. Кольчевский, заведующий кафедрой сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат архитектуры, доцент;

А. В. Дубина, старший преподаватель кафедры сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра «Промышленные и гражданские сооружения» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» (протокол № 5 от 20 апреля 2017 г.);

Гайкевич Т. М. директор проектного бюро «Дельта» частного унитарного производственного предприятия «Прометей».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 9/17 от 20 апреля 2017 г.);

Методической комиссией мелиоративно-строительного факультета учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 8 от 21 апреля 2017 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 9 от 24 мая 2017 г.);

Научно-методическим советом по специальностям природообустройства и строительства Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № 49 от 12 мая 2017 г.)

Ответственный за редакцию: Т. И. Скикевич

Ответственный за выпуск: С. М. Курчевский

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование у будущего специалиста знаний, навыков и профессиональных компетенций по оценке строительных свойств грунтов, по выбору видов фундаментов и проектированию оснований и фундаментов в различных условиях, расчетам по предельным состояниям, способам устройства искусственных оснований.

Основными задачами изучения учебной дисциплины являются:

- освоение методов определения показателей различных свойств грунтов;
- освоение методов проектирования и расчета оснований и фундаментов;
- изучение законов распределения напряжений в грунтах;
- изучение методов улучшения свойств грунтов;
- изучение механизма работы свай в грунте и методов повышения несущей способности свай.

Эти знания необходимы специалистам для их успешной работы в проектных и строительных организациях, осуществляющих свою хозяйственную деятельность в сельском строительстве и обустройстве территорий.

1.2. Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Механика грунтов, основания и фундаменты» разработана на основе компетентного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте высшего образования первой ступени по специальности 1-74 04 01 «Сельское строительство и обустройство территорий» (ОСВО 1-74 04 01 – 2013).

Учебная дисциплина относится к государственному компоненту цикла общепрофессиональных и специальных дисциплин, осваиваемых студентами на первой ступени высшего образования по специальности 1 – 74 04 01 «Сельское строительство и обустройство территорий».

Освоение учебной дисциплины «Механика грунтов, основания и фундаменты» базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин «Высшая математика», «Физика».

В свою очередь учебная дисциплина «Механика грунтов, основания и фундаменты» используется при изучении последующих дисциплин: «Гражданские и сельскохозяйственные здания и сооружения», «Строительная механика», «Геология и буровое дело».

1.3. Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины студент должен получить, закрепить и развить следующие академические (АК) и профессиональные (ПК)

компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-74 04 01 «Сельское строительство и обустройство территорий» (ОСВО 1-74 04 01 – 2013).

Академические компетенции

Специалист должен:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

Профессиональные компетенции

Специалист должен быть способен:

Проектно-изыскательская деятельность

ПК-1. Выполнять комплексные топографо-геодезические, гидрологические и метеорологические, инженерно-геологические, гидрогеологические и экологические изыскания для объектов гражданского и сельскохозяйственного строительства;

ПК-2. Рассчитывать инженерные конструкции зданий и сооружений.

Организационно-управленческая деятельность

ПК-17. Вести делопроизводство в системе менеджмента.

Научно-исследовательская деятельность

ПК-26. Выполнять экспертизу градостроительных, архитектурных и строительных проектов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

– номенклатуру и свойства грунтов, необходимые для оценки грунтов как оснований различных сооружений, законы распределения и методы нахождения напряжений в грунтах от собственного веса и внешних нагрузок;

уметь:

– определять показатели различных свойств грунтов, необходимые для проектирования фундаментов и расчета оснований;

– пользоваться основными приемами и методами проектирования фундаментов и расчета оснований, установленными нормами и правилами;

владеть:

– навыками по проектированию фундаментов зданий и сооружений;

– методами изучения характеристик грунтов оснований.

1.4. Структура содержания учебной дисциплины

На изучение учебной дисциплины отведено всего 200 часов, из них аудиторных – 102 часа. По видам занятий: 52 часа составляют лекции, 16 часов – лабораторные занятия, 34 часа – практические занятия. На курсовое проектирование отведено 90 часов. Оценка итоговых приобретенных компетенций производится при сдаче зачета, защите курсового проекта и сдаче экзамена.

2. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ тем	Названия тем	Примерное количество часов			
		Всего аудиторных	в том числе		
			лекции	практические	лабораторные занятия
	Введение	2	2		
1	Природа и состав грунтов	4	4		
2	Основные физические свойства грунтов	10	4	2	4
3	Особые свойства и физические явления в грунтах	8	4		4
4	Водопроницаемость грунтов	4	2		2
5	Деформируемость грунтов	4	2		2
6	Сопротивление грунтов сдвигу	4	2		2
7	Особенности свойств грунтов различных видов	4	2		2
8	Распределение напряжений в грунте	6	4	2	
9	Теория предельного напряженного состояния грунтов	2	2		
10	Виды оснований и фундаментов и основные положения по их выбору	10	6	4	
11	Основные положения проектирования оснований и фундаментов	10	2	8	
12	Расчет оснований по первому предельному состоянию	4	2	2	
13	Расчет оснований по второму предельному состоянию	6	2	4	
14	Искусственные основания	2	2		
15	Котлованы	3	1	2	
16	Фундаменты глубокого заложения	1,5	1,5		
17	Свайные фундаменты	15	5	10	
18	Фундаменты под полурамные конструкции	0,5	0,5		
19	Проектирование оснований и фундаментов на особых грунтах	1	1		
20	Реконструкция фундаментов и усиление оснований	1	1		
	Всего по учебной дисциплине:	102	52	34	16

3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Перспективы строительного производства. Место фундаментостроения в нем. Состав дисциплины «Механика грунтов, основания и фундаменты». Основные понятия и определения. Специфика дисциплины и ее значение в подготовке специалистов по сельскому строительству и обустройству территорий. Состав курса и связь со смежными дисциплинами. Развитие науки и техники в области фундаментостроения.

Возможные ошибки в устройстве оснований и фундаментов, их причины и последствия проявления. Экологические требования и техника безопасности при устройстве фундаментов.

1. Природа и состав грунтов

Природа грунтов, естественно-исторические условия их формирования. Направленное влияние человека на изменение свойств грунтов. Составные компоненты грунтов. Форма и размеры частиц. Классификация частиц по крупности. Минеральный состав частиц. Взаимодействие минеральных частиц с водой. Виды воды в грунтах. Свойства различных видов воды. Газы в грунтах. Строение, структурные связи грунтов.

2. Основные физические свойства грунтов

Плотность грунта в природном и сухом состоянии, плотность частиц, влажность, коэффициент пористости, гранулометрический состав. Методы определения показателей физических свойств грунтов.

3. Особые свойства и физические явления в грунтах

Пластичность, набухаемость, просадочность, пучинистость, размягчаемость, размокаемость, пльвунность, тиксотропность.

4. Водопроницаемость грунтов

Физическая сущность водопроницаемости грунтов и закон ламинарной фильтрации. Активная пористость и начальный градиент фильтрации, гидродинамическое воздействие на грунты. Практические приложения закона фильтрации.

5. Деформируемость грунтов

Физическая сущность сжимаемости грунтов, упругие и остаточные деформации. Компрессионные испытания грунтов. Уравнения компрессионной кри-

вой. Закон уплотнения. Коэффициент сжимаемости и разуплотняемости. Коэффициент бокового давления. Испытания грунтов в условиях трехосного сжатия. Коэффициент бокового расширения. Модуль общей деформации грунтов.

Деформация грунтов во времени. Теория фильтрационного уплотнения грунтов, понятие о реологических процессах в грунтах. Релаксация напряжений и длительная прочность грунтов.

6. Сопротивление грунтов сдвигу

Физическая сущность сопротивляемости грунтов сдвигу. Диаграммы предельных напряжений при сдвиге. Испытания грунтов на сдвиг при прямом плоском сдвиге. Испытания грунтов на сдвиг по закрытой и открытой системам дренирования. Испытания грунтов на сдвиг при одноосном и трехосном сжатии. Условия предельного равновесия. Определение показателей прочности по данным полевых испытаний.

7. Особенности свойств грунтов различных видов

Скальные грунты, крупнообломочные грунты, песчаные грунты.

Особенности свойств лессовых грунтов. Деформируемость лессовых грунтов при увлажнении в напряженном состоянии от собственного веса и внешней нагрузки. Начальное просадочное давление и влажность просадки.

Торфяные грунты. Физические свойства торфяных грунтов. Деформируемость торфов.

Особые грунты (илы, ленточные и моренные глины и др.). Их физические свойства. Деформируемость и прочность.

8. Распределение напряжений в грунте

Напряженное состояние грунта. Напряжения в грунтовом полупространстве от внешних нагрузок. Определение напряжений от сосредоточенной силы, приложенной на ограничивающей полупространство плоскости, от нескольких сосредоточенных сил, от распределенной по площади нагрузки. Напряжения от равномерно распределенной нагрузки по прямоугольной площади и полосе.

Определение напряжений методом угловых точек. Графическое изображение напряженного состояния грунтового массива от внешних нагрузок. Влияние размеров нагруженной площади на величину напряжений. Напряжения от треугольной и трапецеидальной полосовой нагрузки.

Напряжения от внешних нагрузок в неоднородном грунтовом полупространстве. Определение напряжений в грунтовом массиве с изменяющимся по глубине модулем общей деформации, в массиве, сложенном анизотропными грунтами, в массиве (слое), подстилаемом жестким, несжимаемым грунтом.

Природные напряжения в грунтовых массивах при различных гидрогеологических условиях.

9. Теория предельного напряженного состояния грунтов

Предельное напряженное состояние грунтового массива. Начальная и предельная критические нагрузки. Точные решения теории предельного равновесия. Начальная критическая нагрузка. Предельная критическая нагрузка.

Схемы разрушения грунтов в основаниях фундаментов в зависимости от их глубины заложения.

10. Виды оснований и фундаментов и основные положения по их выбору

Виды оснований и виды фундаментов. Особенности работы фундаментов и конструкций для различных условий. Выбор основания и вида фундамента в зависимости от конструкции сооружения и природной обстановки.

11. Основные положения проектирования оснований и фундаментов

Группы предельных состояний при расчете оснований. Нагрузки, учитываемые в расчётах оснований и фундаментов. Нормативные и расчетные характеристики грунтов оснований.

Определение глубины заложения. Определение размеров подошвы. Конструирование жестких фундаментов.

12. Расчет оснований по первому предельному состоянию

Виды нарушений устойчивости грунтов в основании. Схемы разрушения оснований.

Симметричная схема разрушения. Несимметричная схема разрушения (глубинный сдвиг). Плоский сдвиг.

13. Расчет оснований по второму предельному состоянию

Виды совместных деформаций оснований и сооружений и назначение их предельных величин. Понятие об активной сжимаемой толще грунтов в основании сооружений.

Метод послойного суммирования. Метод эквивалентного слоя. Учет влияния соседних фундаментов.

Расчет основания, в пределах сжимаемой толщи которого находится слой слабого грунта.

14. Искусственные основания

Определение размеров искусственного основания. Устройство искусственных оснований. Замена слабых грунтов. Поверхностное и глубинное уплотнения. Химическое, электрохимическое и термическое улучшения. Улучшение

синтетическими полимерными смолами. Цементация грунтов. Битумизация и глинизация грунтов.

15. Котлованы

Проектирование котлованов. Размеры котлована в плане. Защита котлованов от затопления грунтовыми водами.

16. Фундаменты глубокого заложения

Массивные опускные колодцы и кессоны. Сборные железобетонные оболочки и другие виды глубоких опор.

Возведение подземных сооружений способом "стена в грунте".

17. Свайные фундаменты

Виды свайных фундаментов и условия их применения. Типы и конструкции свай, области их применения. Расчет свай и свайных фундаментов по первой группе предельных состояний. Испытания свай динамической и статической нагрузками. Расчет свайных фундаментов по второй группе предельных состояний.

18. Фундаменты под полурамные конструкции

Особенности работы полурамной конструкции. Проектирование фундамента и основания.

19. Проектирование оснований и фундаментов на особых грунтах

Проектирование и устройство оснований и фундаментов на просадочных грунтах.

Мероприятия по обеспечению эксплуатационной надежности сооружений, возводимых на просадочных грунтах. Водозащитные мероприятия. Методы предварительной ликвидации просадочности грунтов основания. Применение сооружений противопосадочной конструкции.

Методы устройства сооружений на торфах.

Особенности строительства на пучинистых, набухающих, иловатых, плывунных грунтах, ленточных глинах, насыпных и других видах грунтов.

20. Реконструкция фундаментов и усиление оснований

Причины, требующие усиления оснований и фундаментов. Способы усиления и реконструкции.

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ухов, С. Б. Механика грунтов, основания и фундаменты / С. Б. Ухов. – М.: Высшая школа, 2004. – 566 с.
2. Берменов, М. В. Расчет оснований и фундаментов / М. В. Берменов. – М.: Высшая школа, 2000. – 319 с.
3. Кумачев, В. И. Механика грунтов, основания и фундаменты: учеб. пособие / В. И. Кумачев. – Минск: ООО «Красико-принт», 2007. – 87 с.

Дополнительная

4. Кумачев, В. И. Механика грунтов, основания и фундаменты: методические указания по курсовому проектированию / В. И. Кумачев, А. В. Дубина, А. Н. Медведников. – Горки: БГСХА, 2015. – 58 с.
5. Курчевский, С. М. Механика грунтов, основания и фундаменты: методические указания по выполнению лабораторных работ / С. М. Курчевский. – Горки: БГСХА, 2016. – 50 с.
6. Технический кодекс установившейся практики. Основания и фундаменты зданий и сооружений: ТКП 45-5.01-67-2007. – Введ. 2.04.2007. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2007. – 140 с.
7. Строительные нормы Республики Беларусь. Основания и фундаменты зданий и сооружений: СНБ 5.01.01-99. – Введ. 21.01.99. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 1999. – 36 с.
8. Пособие к строительным нормам Республики Беларусь. Проектирование забивных свай: П2-2000 к СНБ 5.01.01-99. – Введ. 08.11.2000. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2000. – 72 с.
9. Государственный стандарт Республики Беларусь. Строительство. Основания и фундаменты. Термины и определения: СТБ 1648-2006. – Введ. 20.04.2006. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2006. – 49 с.
10. Государственный стандарт Республики Беларусь. Грунты. Классификация: СТБ 943-2007. – Введ. 18.07.07. – Минск: Госстандарт, 2007. – 20 с.
11. Веселов, В. А. Проектирование оснований и фундаментов / В. А. Веселов. – М.: Госстройиздат., 1978. – 304 с.
12. Пешковский, Л. М. Расчеты оснований и фундаментов гражданских и промышленных зданий / Л. М. Пешковский. – М.: Высш. шк., 1968. – 284 с.
13. Фролов, Н. Н. Проектирование оснований и фундаментов сооружений гидромелиоративных систем / Н. Н. Фролов. – М.: Колос, 1983. – 272 с.

4.2. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении учебной дисциплины самостоятельная работа осуществляется в виде аудиторных и внеаудиторных форм:

- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных расчетных заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием научных материалов;
- разработка курсового проекта по индивидуальному заданию с вариативной сложностью.

4.3. Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для оценки достижений студентов в приобретении компетенций используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов и письменных работ по отдельным темам (ПК-1, ПК-2, ПК-17, ПК-26);
- защита выполненных лабораторных работ (АК-1, АК-2);
- сдача блоков и модулей (ПК-1, ПК-2, ПК-17, ПК-26);
- сдача зачета (АК-1, АК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-17, ПК-26);
- защита курсового проекта (АК-1, АК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-17, ПК-26);
- сдача экзамена (АК-1, АК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-17, ПК-26).

4.4. Примерный перечень лабораторных и практических занятий

1. Определение физических показателей песчаных грунтов.
2. Определение физических показателей глинистых грунтов.
3. Определение угла естественного откоса песчаных грунтов.
4. Компрессионные испытания грунтов.
5. Сдвиговые испытания грунтов.
6. Изучение водопроницаемости песчаных грунтов.
7. Изучение набухания глинистых грунтов.
8. Изучение просадочности лессовидных грунтов.
9. Оценка физико-механических свойств грунтов как оснований сооружений.
10. Определение глубины заложения фундамента в различных инженерно-геологических условиях.
11. Определение нагрузок, действующих на фундаменты.
12. Расчет размеров фундамента по допустимому давлению на грунт и определение типа фундамента.
13. Конструирование профилей жестких фундаментов.

14. Построение эпюр природных и дополнительных давлений и определение активной зоны.
15. Расчет осадки грунтового основания.
16. Расчеты размеров искусственного основания.
17. Расчет фундамента на плоский сдвиг и опрокидывание.
18. Расчет фундамента на глубинный сдвиг.
19. Определение размеров и несущей способности свай.
20. Определение количества свай и их распределение в плане.
21. Расчет степени загруженности свай и величина отказа свай.
22. Расчет осадки свайного фундамента.
23. Проектирование котлована.

4.5. Примерная тематика курсового проекта (работы)

1. Проект фундамента неглубокого заложения на сельской территории.
2. Искусственное основание под фундамент с плоской подошвой.
3. Свайный фундамент под сельскохозяйственное сооружение.
4. Проектирование котлована.

4.6. Примерная тематика реферативных работ

1. Перспективы производства в области фундаментостроения.
2. Возможные ошибки в проектировании и устройстве оснований и фундаментов.
3. Виды воды в грунтах. Свойства различных видов воды.
4. Практическое применение закона фильтрации.
5. Особые грунты (илы, ленточные и моренные глины и др.).
6. Виды давлений в грунте.

4.7. Список компьютерных программ

1. Для расчетов строительных конструкций оснований и фундаментов: Foundation v.13.3, RSoil_3.0.3, Lira v9.6, Lira 2013, Scad Office 11, Geomechanika, Z-Soil, Plaxis 3D.
2. Для графического оформления практических заданий, выполнения чертежей строительных конструкций, выполнения инженерно-геологических разрезов и колонок: AutoCad.
3. Электронные тестовые задания для самоконтроля изученного материала.