

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Рукович Александр Владимирович  
 Должность: Директор  
 Дата подписания: 25.12.2021 16:36:05  
 Уникальный программный ключ:  
 f45eb7c44954саас05еа7d4f32еb8d7d6b3cb96ае6d9b4bda094afddaffb705f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
 Технический институт (филиал) в г. Нерюнгри  
 Кафедра строительного дела

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.19.02 Механика грунтов**

для программы бакалавриата  
 по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»  
 Направленность программы: Промышленное и гражданское строительство

Форма обучения: очная

Автор(ы): Косарев Л.В., к.т.н., доцент, и. о. зав. кафедрой строительного дела ТИ (ф) СВФУ, e-mail: lv.kosarev@s-vfu.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО          Представитель кафедры разработчика</p> <p><i>Дорофеева К.В.</i> Дорофеева К.В.          И. о. зав. кафедрой разработчика</p> <p><i>Косарев Л.В.</i> Косарев Л.В.          протокол № 9          от «15» апреля 2021 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО          Представитель выпускающей кафедры</p> <p><i>Дорофеева К.В.</i> Дорофеева К.В.          И. о. зав. выпускающей кафедрой</p> <p><i>Косарев Л.В.</i> Косарев Л.В.          протокол № 9          от «15» апреля 2021 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО          Нормоконтроль в составе ОПОП пройден          Специалист УМО</p> <p><i>Л.И. Саввинова</i> / Саввинова Л.И.          «21» августа 2021 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП</p> <p><i>Яковлева Л.А.</i> / Яковлева Л.А.          протокол УМС № 01 от «30» августа 2021 г.</p>		<p>Зав. библиотекой</p> <p><i>Н.С. Булгатова</i> / Булгатова Н.С.          «16» октября 2021 г.</p>



**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.О.19.02 Механика грунтов**  
Трудоемкость 4 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

Цель освоения:

Освоение студентами теоретической базы по грунтоведению, теоретических и прикладных основ механики грунтов для решения задач фундаментостроения и инженерной защиты зданий и сооружений.

Краткое содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Основные понятия курса, цели и задачи курса, физическая природа грунтов	Задачи механики грунтов. Состав и строение грунтов и взаимодействие компонентов грунта Классификационные показатели грунтов. Связь физических и механических характеристик грунтов.
2.	Основные закономерности механики грунтов	Общие положения. Деформируемость грунтов. Водопроницаемость грунтов. Прочность грунтов. Полевые и лабораторные методы определения характеристик прочности и деформируемости грунтов. Определение расчетных характеристик грунтов.
3.	Теория распределения напряжений в массивах грунтов	Основные положения. Определение напряжений по подошве фундаментов. Определение напряжений в грунтовом массиве от действия местной нагрузки на его поверхности. Определение напряжений в массиве грунтов от действия собственного веса.
4.	Прочность и устойчивость грунтовых массивов, давление грунтов на ограждения	Основные положения. Критические нагрузки на грунты основания. Устойчивость откосов и склонов. Давление грунтов на ограждающие конструкции. Практические способы расчёта несущей способности и устойчивости оснований.
5.	Деформации грунтов и расчёт осадок оснований сооружений.	Основные положения. Теоретические основы расчёта осадок оснований фундаментов. Практические методы расчёта конечных деформаций оснований фундаментов. Практические методы расчёта осадок оснований во времени.

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

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе	Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на	<i>Знать:</i> - первоначальные представления о постановке

<p>использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата (ОПК-1)</p> <p>Способность участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов (ОПК-6)</p>	<p>объекте профессиональной деятельности (ОПК-1.1)</p> <p>Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования (ОПК-1.2)</p> <p>Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й) (ОПК-1.4)</p> <p>Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.5)</p> <p>Решение инженерных задач с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии (ОПК-1.6)</p> <p>Решение уравнений, описывающих основные физические процессы, с применением методов линейной алгебры и математического анализа (ОПК-1.7)</p> <p>Оценка устойчивости и деформируемости грунтового основания здания (ОПК-6.13)</p>	<p>инженерных и технических задач, их формализации, выборе модели изучаемого механического явления;</p> <p>- основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов из различных материалов по предельным расчетным состояниям на различные воздействия</p> <p><i>Уметь:</i></p> <p>- использовать математический аппарат для решения инженерных задач в области механики;</p> <p>- использовать знания фундаментальных геологических и основ инженерно-геологических наук в будущей профессиональной деятельности; визуально определять тип грунта; определять физико-механические свойства грунтов;</p> <p>- рассчитывать количественные показатели свойств грунтов; определять расчетами сжимающие напряжения от сосредоточенной силы и от собственного веса грунта; определять конечную осадку грунтов основания сооружения;</p> <p><i>Владеть (методиками):</i></p> <p>- основными законами естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</p> <p>- основными современными методами постановки задач механики;</p>
--	--	---

		<i>Владеть практическими навыками:</i> - исследования и решения задач механики.
--	--	--

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.О.19.02	Механика грунтов	4	Б1.О.15 Физика Б1.О.22.01 Инженерная геология и экология	Б1.О.31 Основания и фундаменты

### 1.4. Язык преподавания: русский

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана Б-ПГС-21:

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.О.19.02 Механика грунтов	
Курс изучения	2	
Семестр(ы) изучения	4	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	РГР, 4	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	4	
<b>Трудоемкость (в часах)</b> (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	144	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	46	<u>12</u>
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	14	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.) (В том чисел практическая подготовка 28ч.)	28	<u>12</u>
- лабораторные работы		
- практикумы		
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	4	
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	71	
<b>№3. Количество часов на экзамен</b> (при наличии экзамена в учебном плане)	27	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

**3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий**

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
1. Природа грунтов	12,5	1	-	-	-	-	-	3	-	0,5	8(ПР)
2. Физические свойства грунтов	13,5	1	-	-	-	-	-	3	-	0,5	6(ПР) 3(РГР)
3. Сжимаемость грунтов	14,5	2	-	-	-	-	-	3	4	0,5	6(ПР) 3(РГР)
4. Водопроницаемость грунтов	15,5	2	-	-	-	-	-	4	-	0,5	6(ПР) 3(РГР)
5. Сопротивление грунтов срезу	15,5	2	-	-	-	-	-	4	4	0,5	6(ПР) 3(РГР)
6. Определение напряжений в массиве грунта	16,5	2	-	-	-	-	-	5	4	0,5	6(ПР) 3(РГР)
7. Деформации основания и их изменение во времени	14,5	2	-	-	-	-	-	3	-	0,5	6(ПР) 3(РГР)
8. Теория предельного напряженного состояния грунтов и ее приложения	14,5	2	-	-	-	-	-	3	-	0,5	6(ПР) 3(РГР)
Экзамен	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
Всего часов за курс	144	14	-	-	-	-	-	28	12	4	71(27)

**3.2. Содержание тем программы дисциплины**

*Минимум содержания образовательной программы:*

Состав, строение и состояние грунтов; физико-механические свойства грунтов основания; распределение напряжений в грунтовом массиве; расчет оснований по деформациям, несущей способности и устойчивости.

**Тема 1. Природа грунтов**

*Содержание темы:* Естественноисторические условия формирования грунтов. Составные элементы грунтов. Структурные связи и строение грунтов.

**Тема 2. Физические свойства грунтов**

*Содержание темы:* Плотность грунта  $\rho$ . Плотность скелета грунта (плотность сухого грунта)  $\rho_d$ . Плотность частиц грунта  $\rho_s$ . Коэффициент пористости  $e$ . Природная влажность грунта  $w$ . Влажность грунта на границе текучести  $w_L$ . Влажность грунта на границе раскатывания  $w_p$ . Число пластичности  $I_p$ . Показатель текучести  $I_L$ . Коэффициент водонасыщения (степень заполнения объема пор водой, степень влажности)  $S_r$ . Классификация грунтов.

**Тема 3. Сжимаемость грунтов**

*Содержание темы:* Испытание грунта методом одноосного сжатия. Предел прочности грунта на одноосное сжатие  $R_c$ . Испытание грунта методом компрессионного сжатия. Коэффициент сжимаемости  $m_0$ . Модуль деформации  $E$ . Структурная прочность на сжатие  $p_{str}$ .

**Тема 4. Водопроницаемость грунтов**

*Содержание темы:* Закон ламинарной фильтрации. Коэффициент фильтрации. Начальный градиент напора. Эффективное и нейтральное давление. Гидродинамическое давление. Суффозия и кольматация грунта. Электроосмос. Дренаж. Движение поровой воды при промерзании грунта.

**Тема 5. Сопротивление грунтов срезу**

*Содержание темы:* Испытание грунта методом одноплоскостного среза. Сопротивление грунта срезу  $\tau$ . Угол внутреннего трения  $\varphi$ . Удельное сцепление  $c$ . Критический коэффициент пористости грунта. Дилатансия грунта. Закон Кулона для неконсолидированного грунта. Условие предельного равновесия.

**Тема 6. Определение напряжений в массиве грунта**

*Содержание темы:* Определение напряжений от действия нагрузки, приложенной к поверхности грунта. Задача Буссинеска. Задача Фламана. Метод угловых точек. Распределение давлений по подошве сооружений, опирающихся на грунт. Определение напряжений от действия собственного веса грунта.

**Тема 7. Деформации основания и их изменения во времени**

*Содержание темы:* Виды деформаций оснований. Методы расчета осадки основания. Прогнозирование изменения осадки основания с течением времени.

**Тема 8. Теория предельного напряженного состояния грунтов и ее приложения**

*Содержание темы:* Устойчивость грунтов в основании сооружений. Устойчивость грунтов в откосах. Определение давления грунта на подпорные стенки.

**3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии**

В процессе обучения, наряду с традиционным обучением (лекционные занятия классического вида), используются следующие образовательные технологии: модельное обучение, информационно-коммуникационные технологии; предметно-ориентированные

технологии; моделирование профессиональной деятельности.

Для реализации образовательных технологий и формирования необходимых навыков проводятся практические занятия.

В процессе обучения используется мультимедийное оборудование, компьютерное тестирование.

*Активные/интерактивные технологии,  
используемые в образовательном процессе*

Раздел	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Сжимаемость грунтов	4	Интерактивная практика	4 пр.
Сопротивление грунтов срезу	4	Предметно-ориентированные технологии	4 пр.
Определение напряжений в массиве грунта	4	Интерактивная практика	4 пр.
Итого за 4 семестр:			12 пр.

#### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине

##### Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Тема 1. Природа грунтов	<i>внеаудиторная</i> (подготовка к тестированию и устному экзамену за курс - изучение учебного материала из открытых и методических источников)	8(ПР)	Подготовка материала для Расчетно-графической работы
2	Тема 2. Физические свойства грунтов	<i>внеаудиторная</i> (выполнение письменной работы по индивидуальному заданию) <i>аудиторная</i> (работа на практических занятиях)	3(РГР)	Выполнение Расчетно-графической работы
		<i>внеаудиторная</i> (подготовка к устному экзамену за курс - изучение учебного материала из открытых и методических источников)	6(ПР)	Выполнение практических заданий
3		<i>аудиторная</i> (работа на практических занятиях)	3(РГР)	Выполнение Расчетно-графической работы

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
	Тема 3. Сжимаемость грунтов	<i>внеаудиторная</i> (выполнение письменной работы по индивидуальному заданию)		
		<i>внеаудиторная</i> (подготовка к устному экзамену за курс - изучение учебного материала из открытых и методических источников)	6(ПР)	Выполнение практических заданий
4	Тема 4. Водопроницаемость грунтов	<i>внеаудиторная</i> (выполнение письменной работы по индивидуальному заданию) <i>аудиторная</i> (работа на практических занятиях)	3(РГР)	Выполнение Расчетно-графической работы
		<i>внеаудиторная</i> (подготовка к устному экзамену за курс - изучение учебного материала из открытых и методических источников)	6(ПР)	Выполнение практических заданий
5	Тема 5. Сопротивление грунтов срезу	<i>аудиторная</i> (работа на практических занятиях)	6(ПР)	Выполнение практических заданий
		<i>внеаудиторная</i> (выполнение письменной работы по индивидуальному заданию)	3(РГР)	Выполнение Расчетно-графической работы
6	Тема 6. Определение напряжений в массиве грунта	<i>внеаудиторная</i> (подготовка к тестированию и устному экзамену за курс - изучение учебного материала из открытых и методических источников; online тестирование)	6(ПР)	Публикации, доклад на конференции
			3(РГР)	Выполнение Расчетно-графической работы
7	Тема 7. Деформации основания и их изменение во времени	<i>внеаудиторная</i> (подготовка к тестированию и устному экзамену за курс - изучение учебного материала из открытых и методических источников; online тестирование)	6(ПР)	Выполнение практических заданий
			3(РГР)	Выполнение Расчетно-графической работы
8	Тема 8. Теория предельного напряженного состояния грунтов и ее приложения	<i>внеаудиторная</i> (подготовка к устному экзамену за курс - изучение учебного материала из открытых и методических источников)	6(ПР)	Выполнение практических заданий
			3(РГР)	Выполнение Расчетно-графической работы
	Всего часов		50(ПР) 21(РГР)	
	Экзамен		27	

## Работа на практическом занятии

Изучение дисциплины осуществляется в рамках аудиторных занятий (лекционных и практических) и СРС. На практических занятиях студенты выполняют практические задания, выступают с докладами.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к практическим занятиям: проработку конспектов лекций, обязательной и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия (материал не излагается на лекциях), выполнение практических заданий.

Основной формой проверки СРС является устный фронтальный опрос на практическом занятии (в отдельных случаях требуется выполнить работу в письменной форме).

При подготовке к практическим занятиям можно пользоваться следующим алгоритмом:

1. Прочитать вопросы к данному занятию.
2. Подготовить материал согласно списку рекомендованной литературы.
3. Изучить подобранный материал.
4. Законспектировать необходимую информацию.
5. Выполнить практические задания.
6. Проверить себя по перечню вопросов к занятию.

Содержание дисциплины, разработка практических занятий с указанием основной и дополнительной литературы к каждому занятию, а также методические рекомендации к выполнению практических заданий, образцы их выполнения представлены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=11285>

## Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа предполагает решение трех задач.

### Задача № 1.

По результатам лабораторных исследований свойств грунтов требуется:

а) для образцов песчаного грунта построить интегральную кривую гранулометрического состава, определить тип грунта по гранулометрическому составу и степени его неоднородности, дать оценку плотности сложения и степени влажности, определить расчетное сопротивление  $R_0$ ;

для образцов глинистого грунта определить тип грунта, разновидность по консистенции и расчетное сопротивление  $R_0$ ;

исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1.

англ	Плотность, г/см <sup>3</sup>		Влажность, %		Содержание частиц, %, при их размере, мм								
	частиц грунта $\rho_s$	грунта, $\rho$	природная $W$	на границе		Более 2,0	2,0-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,-0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	Менее 0,005
				$W_p$ раска- ты- вания	$W_L$ теку- чести								
1	2,71 (2,66)	1,85 (2,02)	21,4 (19,6)	30,2	43,4	2,5	19,5	25,0	20,0	20,0	10,0	2,0	1,0
2	2,73 (2,65)	1,89 (1,72)	20,1 (6,80)	20,8	31,6	0	22,0	16,0	45,0	12,0	2,0	4,0	1,0
3	2,71 (2,66)	1,93 (1,75)	19,2 (12,1)	24,3	37,4	0	15,1	40,2	33,9	5,7	1,5	0,7	2,9
4	2,71 (2,68)	1,87 (1,89)	22,3 (8,40)	19,4	30,8	1,0	31,0	25,0	10,0	27,4	3,6	1,2	0,8
5	2,74 (2,67)	1,89 (1,79)	20,5 (16,2)	26,6	47,2	1,2	21,5	22,7	19,3	12,6	16,1	3,6	3,0
6	2,71 (2,67)	1,91 (1,92)	19,8 (12,9)	19,6	28,9	1,2	17,0	20,0	40,0	18,3	2,0	0,9	0,6
7	2,70 (2,65)	1,89 (1,82)	17,3 (11,8)	25,8	39,3	0,4	13,4	32,2	31,4	8,6	9,8	2,6	1,6
8	2,71 (2,68)	1,94 (1,72)	18,9 (9,80)	23,8	43,6	4,5	47,5	16,8	10,2	8,0	8,0	3,5	1,5
9	2,70 (2,66)	1,95 (1,86)	18,2 (14,1)	26,5	36,6	2,1	24,5	29,4	15,4	9,6	10,2	7,8	1,0
0	2,74 (2,65)	1,94 (1,89)	19,1 (15,2)	23,4	41,8	3,8	29,8	29,4	18,5	11,5	4,6	1,1	1,3

- Примечания:
1. Данные по гранулометрическому составу относятся к песчаным грунтам.
  2. Величины основных физических характеристик песчаных грунтов  $\rho_s$ ,  $\rho$ ,  $W$  приведены в скобках.

б) построить график компрессионной зависимости вида  $e = f(p)$ , определить для заданного расчетного интервала давлений коэффициент относительной сжимаемости грунта, модуль деформации грунта и охарактеризовать степень сжимаемости грунта; исходные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2.

№ варианта	Начальный коэффициент пористости $e_0$	Полная осадка грунта $S_i$ , мм при нагрузке $P_i$ , МПа					Расчётный интервал давлений, МПа	
		0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	$P_1$	$P_2$
1	0,574	0,13	0,33	0,62	0,78	1,02	0,05	0,2
2	0,646	0,15	0,24	0,41	0,55	0,79	0,05	0,2
3	0,673	0,20	0,35	0,66	0,86	1,12	0,05	0,3
4	0,540	0,14	0,29	0,46	0,59	0,75	0,05	0,3
5	0,734	0,10	0,18	0,31	0,42	0,57	0,05	0,2
6	0,571	0,13	0,27	0,49	0,69	0,99	0,1	0,3
7	0,677	0,25	0,50	0,87	1,10	1,39	0,05	0,3
8	0,707	0,14	0,29	0,46	0,60	0,74	0,1	0,3
9	0,656	0,22	0,43	0,69	0,91	1,17	0,05	0,3
0	0,681	0,14	0,29	0,43	0,56	0,70	0,05	0,2

Таблица 3.

№ варианта	Предельное сопротивление образца грунта сдвигу $\tau_i$ , МПа, при нормальном удельном давлении, передаваемом на образец грунта $P_i$ , МПа					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
1	0,070	0,135	0,199	0,265	0,330	0,398
2	0,064	0,125	0,184	0,250	0,315	0,375
3	0,060	0,095	0,139	0,175	0,206	0,255
4	0,074	0,150	0,225	0,300	0,375	0,450
5	0,080	0,120	0,139	0,175	0,219	0,233
6	0,072	0,140	0,212	0,280	0,356	0,426
7	0,040	0,075	0,101	0,130	0,156	0,188
8	0,074	0,145	0,221	0,290	0,344	0,438
9	0,050	0,085	0,131	0,175	0,219	0,263
0	0,104	0,145	0,180	0,220	0,256	0,293

### Задача № 2.

К горизонтальной поверхности массива грунта в одном створе приложены три вертикальные сосредоточенные силы  $P_1, P_2, P_3$ , расстояние между осями действия сил  $r_1$  и  $r_2$ . Определить величины вертикальных составляющих напряжений  $\sigma_z$  от совместного действия сосредоточенных сил в точках массива грунта, расположенных в плоскости действия сил:

- \* 1) по вертикали I-I, проходящей через точку приложения силы  $P_2$ ;
- \* 2) по горизонтали II-II, проходящей на расстоянии  $z$  от поверхности массива грунта.

Точки по вертикали расположить от поверхности на расстоянии 100, 200, 400, 600 см.

Точки по горизонтали расположить вправо и влево от оси действия силы  $P_2$  на расстоянии 0, 100, 300 см.

По вычисленным напряжениям и заданным осям построить эпюры распределения напряжений  $\sigma_z$ . Исходные данные приведены в таблице 4. Схема к расчету представлена на рисунке 1.

Таблица 4.

№ варианта	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ , кН	$r_1$ , см	$r_2$ , см	$Z$ , см
1	1200	800	1400	100	200	300
2	1200	800	1200	200	200	250
3	1900	600	1300	300	100	200
4	1300	500	1500	300	200	300
5	1100	700	1800	200	300	200
6	1800	800	1600	300	200	150
7	1000	600	1100	100	100	200
8	1800	800	1400	300	100	300
9	1500	700	1900	200	300	250
0	1300	600	1300	200	200	200

Примечание:  $1\text{тс} = 9806,65\text{ Н} = 9,80665\text{ кН} = 10\text{ кН}$ .

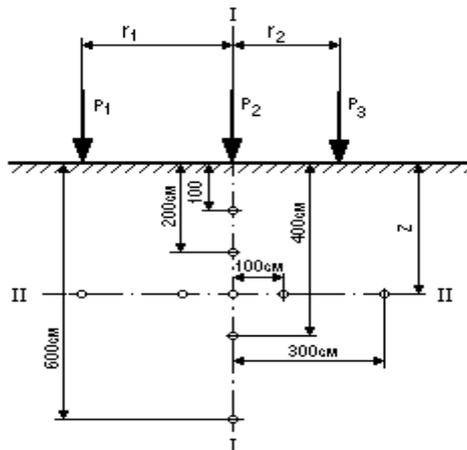


Рисунок 1. Расчётная схема к задаче № 2.

### Задача № 3.

Горизонтальная поверхность массива грунта по прямоугольным плитам с размерами в плане  $a_1 \cdot b_1$  и  $a_2 \cdot b_2$  нагружена равномерно распределенной вертикальной нагрузкой интенсивностью  $P_1$  и  $P_2$ . Определить величины вертикальных составляющих напряжений  $\sigma_z$  от совместного действия внешних нагрузок в точках массива грунта для заданной вертикали, проходящей через одну из точек  $M_1, M_2, M_3$  на плите №1. Расстояние между осями плит нагружения -  $L$ . Точки по вертикали расположить от поверхности на расстоянии 100, 200, 400, 600 см. По вычисленным напряжениям построить эпюры распределения  $\sigma_z$ . (от каждой нагрузки отдельно и суммарную) Исходные данные приведены в таблице 5. Схема к расчету представлена на рисунке 2.

Таблица 5.

№ варианта	$a_1$ , см	$b_1$ , см	$a_2$ , см	$b_2$ , см	$P_1$ , МПа	$P_2$ , МПа	$L$ , см	Расчетная вертикаль
1	250	190	330	230	0,28	0,31	280	$M_1$
2	330	230	400	240	0,24	0,35	330	$M_2$
3	290	260	350	250	0,32	0,29	350	$M_3$
4	260	210	500	240	0,34	0,38	300	$M_1$
5	250	190	600	280	0,29	0,33	280	$M_2$
6	220	220	300	240	0,26	0,36	300	$M_3$
7	190	190	290	260	0,28	0,32	320	$M_1$
8	250	210	400	240	0,31	0,41	340	$M_2$
9	270	190	350	250	0,32	0,34	320	$M_3$

№ варианта	$a_1$ , см	$b_1$ , см	$a_2$ , см	$b_2$ , см	$P_1$ , МПа	$P_2$ , МПа	$L$ , см	Расчетная вертикаль
0	500	240	600	240	0,38	0,32	400	$M_1$

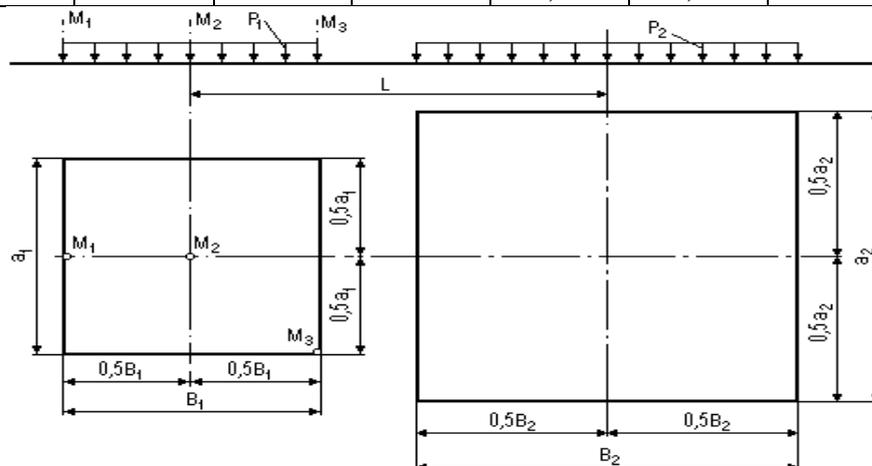


Рисунок 2. Расчётная схема к задаче № 3.

**Критерии оценки:**

- правильность выполнения;
- правильность оформления;
- своевременность предоставления.

**Шкала оценивания:**

Критерии оценки РГР	Количество набранных баллов
Обоснованное решение, соответствующее нормам проектирования, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и ссылками на нормативную документацию и источники. Произведенные расчеты выполнены верно и в полном объеме. Разделы выполнены в указанные сроки	16-20б
Работа имеет грамотное и обоснованное решение, достаточно последовательное изложение материала с соответствующими ссылками, однако выводы недостаточно аргументированы, в структуре и содержании есть отдельные погрешности, не имеющие принципиального значения.	11-15б
Просматривается непоследовательность выполнения решения задач, имеется неточность выполнения. Работа поверхностна, сроки выполнения работы нарушены.	6-10б
Работа не соответствует требованиям. Выводы не соответствуют представленным решениям или отсутствуют. Сроки выполнения нарушены.	0-5б

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины и аттестации по курсу студенту необходимо сдать устный экзамен (2 теоретических вопроса, 1 практическое задание) и выполнить и представить для оценки расчетно-графическую работу.

Методические указания по всем видам учебной и самостоятельной работы представлены в СДО ТИ (ф) СВФУ Moodle по ссылке <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=11285>

### Рейтинговый регламент по дисциплине (4 семестр):

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Практические работы	10*5ч = 50ч	30	50	знание теории; выполнение практического задания
2	Расчетно-графическая работа	3*7ч = 21ч	15	20	в письменном виде, по вариантам
3	Экзамен	27		30	
	<b>Итого:</b>	<b>71+27</b>	<b>45</b>	<b>100</b>	

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности (ОПК-1.1)  Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе	<i>Знать:</i> - первоначальные представления о постановке инженерных и технических задач, их формализации, выборе модели изучаемого механического явления; - основные методы и практические приемы расчета реальных конструкций и их элементов из различных материалов по предельным расчетным состояниям на различные воздействия <i>Уметь:</i> - использовать математический аппарат	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в	отлично

<p>теоретического (экспериментального) исследования (ОПК-1.2)</p> <p>Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического уравнения(й) (ОПК-1.4)</p> <p>Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.5)</p> <p>Решение инженерных задач с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии (ОПК-1.6)</p> <p>Решение уравнений, описывающих основные физические процессы, с применением методов линейной алгебры и математического анализа (ОПК-1.7)</p>	<p>для решения инженерных задач в области механики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать знания фундаментальных геологических и основ инженерно-геологических наук в будущей профессиональной деятельности; визуально определять тип грунта; определять физико-механические свойства грунтов;</li> <li>- рассчитывать количественные показатели свойств грунтов; определять расчетами сжимающие напряжения от сосредоточенной силы и от собственного веса грунта; определять конечную осадку грунтов основания сооружения;</li> </ul> <p><i>Владеть (методиками):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными законами естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;</li> <li>- основными современными методами постановки задач механики;</li> </ul> <p><i>Владеть практическими навыками:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исследования и решения задач механики.</li> </ul>		<p>системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В практическом задании / курсовом проекте может быть допущена 1 фактическая ошибка.</p>	
--	--	--	---	--

Оценка устойчивости и деформируемости и грунтового основания здания (ОПК-6.13)			
	Базовый	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен полностью с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя В практическом задании / курсовом проекте могут быть допущены 2-3 фактические ошибки.</p>	хорошо
	Минимальный	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно</p>	удовлетворительно

			<p>выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. В практическом задании / курсовом проекте могут быть допущены 4-5 фактических ошибок.</p>	
		<p>Не освоены</p>	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В практическом задании допущено более 5 фактических ошибок.</p> <p><i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует</p>	<p>неудовлетворительно</p>

## 6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание, направленное на выявление уровня сформированности компетенций, а именно: способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-1), владением технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования (ОПК-6).

### Типовые вопросы для экзамена (4 семестр)

#### Перечень теоретических вопросов:

1. Предмет курса «Механика грунтов». Основные определения. Объекты использования грунтов в строительстве
2. Основные и производные показатели физических свойств грунта.
3. Консистенция глинистых грунтов. Число пластичности. Показатель текучести. Классификация грунтов.
4. Водопроницаемость грунтов. Закон Дарси. Факторы, влияющие на коэффициент фильтрации
5. Методы определения коэффициента фильтрации. Определение коэффициента фильтрации на приборах с постоянным и переменным напорами
6. Гидродинамическое давление
7. Виды деформаций в грунтах и процессы, происходящие в них под действием внешних нагрузок. Физические причины деформаций
8. Коэффициенты поперечного расширения и бокового давления грунтов. Методы определения и связь между ними
9. Компрессионные свойства грунтов. Компрессионная зависимость. Теория компрессионных испытаний. Погрешности прибора. Характеристики сжимаемости грунтов по данным, полученным из испытаний. Особенности компрессионной зависимости для структурных и просадочных грунтов
10. Распределение напряжений в грунтах. Основные предпосылки. Пространственная задача распределения напряжений. Напряжения от сосредоточенной силы и группы сил. Напряжения от нагрузки, распределенной по площади: общее выражение и метод элементного суммирования
11. Напряжения от нагрузки, равномерно распределенной по прямоугольной площадке. Метод угловых точек
12. Плоская задача распределения напряжений. Напряжения от линейной нагрузки (задача Фламана). Напряжения от полосообразной нагрузки
13. Напряжения от равномерно распределенной полосообразной нагрузки. Главные напряжения. Линии равных напряжений
14. Напряжения от собственного веса грунта
15. Определение конечных осадок сооружений. Строгие методы определения осадок. Осадка гибкой произвольно нагруженной площадки. Осадка круглой и прямоугольной площадок. Основные опытные данные. Недостатки строгих методов расчета осадок
16. Практические методы расчета конечных осадок. Осадка слоя грунта при сплошной нагрузке. Определение осадок методом послойного суммирования
17. Определение модуля деформации грунтов. Метод наблюдений за осадками сооружений. Метод пробных статических нагрузок. Лабораторный метод
18. Расчет осадок во времени. Теория консолидации грунтов.
19. Определение коэффициента фильтрации пылевато-глинистых грунтов на основе теории консолидации

20. Прочность и устойчивость грунтов. Характеристики этого понятия. Задачи, связанные с определением устойчивости грунтов. Сопротивление сдвигу несвязных (сыпучих) грунтов. Факторы, влияющие на угол внутреннего трения. Угол естественного откоса

21. Сопротивление сдвигу пылевато-глинистых грунтов. Факторы, влияющие на прочность грунтов на сдвиг. Влияние методики проведения опытов на результаты испытаний грунтов на сдвиг. Режим проведения испытаний

22. Определение прочности грунтов на сдвиг при прямом сдвиге (на срезных приборах), простом (одноосном) и трехосном сжатии

23. Плоская задача теории предельного напряженного состояния грунтов. Основные уравнения теории предельного напряженного состояния. Условия предельного напряженного состояния, выраженные через главные напряжения

24. Определение краевой критической нагрузки (задача Пузыревского). Определение расчетного сопротивления грунта основания по условию ограничения развития зон пластических деформаций

25. Предельная нагрузка на основание. Решение Л.Прандтля и В.В.Соколовского

26. Решение В.Г.Березанцева для предельной нагрузки на основание

27. Устойчивость грунтовых откосов. Расчет устойчивости методом отвердевшего отсека обрушения с использованием круглоцилиндрических поверхностей скольжения.

28. Основы теории давления грунтов на ограждающие конструкции. Виды давления. Определение давления грунтов по теории Кулона.

29. Строительные свойства мерзлых грунтов. Основные понятия. Сезонномерзлые и вечномерзлые грунты. Физические и механические свойства мерзлых грунтов.

30. Сопротивление мерзлых грунтов мгновенным и длительным нагрузкам. Определение осадок оттаивающих оснований.

#### **Типовое практическое задание для экзамена**

1. Определить напряжение в точке М от сосредоточенной силы  $N=15\text{кН}$ , приложенной к поверхности грунтового основания. Точка М находится на глубине  $z=2\text{м}$ , расстояние от оси силы  $r=4\text{м}$ .
2. Определить напряжение в точке М, находящейся на глубине  $1,5\text{м}$  под центром прямоугольной равномерно распределенной нагрузки, интенсивностью  $p=5\text{кН/м}^2$ , приложенной к поверхности грунтового основания.
3. Построить эпюру вертикальных напряжений от действия собственного веса грунта в основании, сложенном следующими грунтами:
  - суглинок –  $\gamma=19,6\text{кН/м}^2$ ,  $h=2,4\text{м}$
  - глина -  $\gamma=20,0\text{кН/м}^2$ ,  $h=2,2\text{м}$
  - песок -  $\gamma=19,0\text{кН/м}^2$ ,  $h=1,6\text{м}$
  - супесь -  $\gamma=20,1\text{кН/м}^2$ ,  $h=1,8\text{м}$
4. Определить глубину заложения фундамента для отапливаемого здания без подвала, с полами, устраиваемыми на лагах по грунту. Район строительства – г. Тамбов. Среднесуточная температура в помещениях внутри здания -  $20^\circ\text{C}$ . Ширина фундамента  $1,4\text{м}$ , толщина стены  $51\text{см}$ . Грунт основания – супесь. УГВ на глубине  $5\text{м}$  от поверхности земли.
5. Определить расчетное сопротивление грунта основания под фундаментом колонны каркасного здания без подвала. Размеры фундамента  $2\times 2,2\text{м}$ . Глубина заложения фундамента  $2,2\text{м}$ . Длина здания –  $30\text{м}$ , высота –  $33,6\text{м}$ . Грунт основания – песок мелкий, маловлажный с коэффициентом пористости  $0,55$  и естественной плотностью  $1960\text{кг/м}^3$ .

## Критерии оценки

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ОПК-1, ОПК-6	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	9-10 б.
	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	7-8 б.
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано.	5-6 б.
	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p><i>или</i></p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p><i>или</i></p> <p>Отказ от ответа</p>	0 б.
	Практическое задание выполнено верно, отсутствуют ошибки различных типов. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	9-10 б.
	Практическое задание выполнено в полном объеме. Допущена незначительная ошибка.	7-8 б.
	Допущены несколько незначительных ошибок различных типов.	5-6 б.
	Допущены значительные ошибки. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.	0 б.

	<i>или</i> Выполнение практического задания полностью неверно, отсутствует	
--	--	--

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ОПК-1,6.
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 2 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	летняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.2. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>3</sup>**

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов.	Наличие грифа, вид грифа	Библиотека ТИ(ф) СВФУ, кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)	Количество студентов
<b>Основная литература</b>					
1	Черныш А.С. Механика грунтов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Черныш А.С.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 85 с.	-		<a href="http://www.iprbookshop.ru/28358">http://www.iprbookshop.ru/28358</a>	10
2	Мангушев Р.А. Механика грунтов. Решение практических задач [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мангушев Р.А., Усманов Р.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 111 с.			<a href="http://www.iprbookshop.ru/19012">http://www.iprbookshop.ru/19012</a>	10
<b>Дополнительная учебная литература</b>					
3	Добров Э. М. Механика грунтов: учеб. для студентов вузов, Москва: Академия, 2008. - 266 с	-	2		10
4	Абуханов А. З. Механика грунтов: учеб. пособие, Ростов н/Д: Феникс, 2006. - 347с.	-	2		10
<i>Периодические издания</i>					
5	«Промышленное и гражданское строительство» ежемесячный научно-технический журнал		3		10

<sup>3</sup> Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

Страница СДО ТИ (ф) СВФУ Moodle. Автор – Косарев Л.В. // <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=11285>

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.)	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1.	Б1.0.19.02 МЕХАНИКА ГРУНТОВ	ПР, Л	каб. А 306	Учебная аудитория, оснащенная интерактивной доской, ноутбуком, мультимедийным проектором.
2	Аудитория для СРС		А502	интернет

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

### 10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине<sup>4</sup>

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций и видео);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

<sup>4</sup>В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

## 10.2. Перечень программного обеспечения

Офисный пакет WindowsOffice.

## 10.3. Перечень информационных справочных систем

Не используются.

