

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
**профессор А.Г. Протосеня**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ,  
ПОЛЗУЧЕСТИ И МЕХАНИКИ ГРУНТОВ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	<i>Специалитет</i>
<b>Специальность:</b>	<i>08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений</i>
<b>Специализация:</b>	<i>Строительство подземных сооружений</i>
<b>Квалификация выпускника:</b>	<i>инженер-строитель</i>
<b>Форма обучения:</b>	<i>очная</i>
<b>Составитель:</b>	<i>зав. каф. Протосеня А.Г.</i>

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики грунтов» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений», утвержденного приказом Минобрнауки России № 483 от 31 мая 2017 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство подземных сооружений».

Составитель \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Протосеня А.Г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры** строительства горных предприятий и подземных сооружений от 26.01.2021 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. А.Г. Протосеня

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины «Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики грунтов»** приобретение студентами знаний в области формирования напряженного состояния, деформации тел под воздействием внешних нагрузок и внутренних напряжений.

### Основные задачи дисциплины:

- изучение напряженно-деформированного состояния тела;
- получение знаний о работе тела в упругом режиме;
- получение знаний о работе тела при развитии пластических деформаций и деформаций ползучести;
- получение знаний о деформировании грунтов и их использование для расчетов оснований и фундаментов сооружений;
- приобретение навыков практического применения полученных знаний; способностей для самостоятельной работы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики грунтов» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений и специализации «Строительство подземных сооружений» и изучается в 5, 6 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина ««Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики грунтов» являются «Физика», «Математика», «Теоретическая механика».

Дисциплина ««Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики грунтов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теория расчета пластин и оболочек», «Механика подземных сооружений», «Конструкции и расчет крепей и обделок».

Особенностью дисциплины «Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики грунтов» является особенность комплексного изучения причин формирования аварийных ситуаций при ведении горных работ, а также использование методов прогнозирования и оценки уровня безопасности на производственных объектах.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики грунтов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК-1	ОПК-1.3. Выбор для решения задач профессиональной деятельности фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление ОПК-1.4. Обработка расчетных и экспериментальных данных вероятностно-статистическими методами ОПК-1.5. Оценка адекватности результатов математического моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять и организовывать разработку проектов зданий и сооружений с учетом экономических, экологических и социальных требований и требований безопасности, способен выполнять технико-экономическое обоснование проектных решений зданий и сооружений, осуществлять техническую экспертизу проектов и авторский надзор за их соблюдением	ОПК-6	ОПК-6.5. Оценка прочности, жёсткости и устойчивости элемента строительных конструкций, в т.ч. с использованием прикладного программного обеспечения

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики грунтов» составляет 7 зачетных единиц, 252 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		5	6
<b>Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>170</b>	<b>102</b>	<b>68</b>
Лекции	68	34	34
Практические занятия (ПЗ)	102	68	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>4</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-	-
Подготовка к практическим занятиям	46	42	4
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-	-
<b>Промежуточная аттестация (дифф.зачет, экзамен)</b>	<b>36</b>	<b>ДЗ</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час</b>	<b>252</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
		<b>108</b>	<b>3</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Основы теории упругости	144	34	68	-	42
2.	Основы теории пластичности и ползучести	60	30	28	-	2

3.	Основы механики грунтов, оснований и фундаментов сооружений	12	4	6	-	2
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>68</b>	<b>102</b>	-	<b>46</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Основы теории упругости	<p><b>Тема 1.</b> Основы теории напряжений. Основные гипотезы, принципы и определения. Полное напряжение в точке некоторой площадки в массиве. Уравнения равновесия элементарных объемов в массиве. Напряжения в точке произвольной наклонной площадки. Теорема о главных напряжениях. Тензор и девиатор напряжений, их инварианты. Максимальные касательные напряжения. Понятие об октаэдрических площадках и напряжениях.</p> <p><b>Тема 2.</b> Основы теории деформаций. Вектор перемещений. Линейная деформация в заданном направлении. Угловые деформации. Уравнения Коши. Линейная деформация в произвольном направлении. Теорема о главных деформациях. Тензор и девиатор деформаций, их инварианты. Уравнения неразрывности деформаций.</p> <p><b>Тема 3.</b> Зависимость между напряжениями и деформациями. Обобщенный закон Гука. Основные уравнения теории упругости и методы их решения в перемещениях и напряжениях. Постановка граничных задач.</p> <p><b>Тема 4.</b> Плоские задачи теории упругости в прямоугольных координатах. Обобщенное плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Решение задач в плоско-напряженной постановке. Решение задач в плоско-деформационной постановке. Решение задач в осесимметричной постановке. Задача об изгибе клина, задача Ламе, задача Буссинеска.</p>	34
2.	Основы теории пластичности и ползучести	<p><b>Тема 5.</b> Механические свойства твердых тел. Основные законы теории пластичности. Условия текучести и упрочнения. Основные соотношения теории пластических деформаций. Основные соотношения теории пластического течения. Ассоциированный закон течения.</p> <p><b>Тема 6.</b> Некоторые задачи теории пластичности. Упругопластический изгиб. Анализ поведения балок на основании теории упругопластического течения.</p> <p><b>Тема 7.</b> Понятие о численных методах анализа в задачах теории пластичности. Осесимметричные задачи. Плоская деформация.</p> <p><b>Тема 8.</b> Основные результаты экспериментального изучения ползучести. Ползучесть и релаксация напряжений. Кривые ползучести. Длительная прочность.</p> <p><b>Тема 9.</b> Технические теории ползучести. Основные понятия. Теория старения. Теория течения. Теория</p>	30

		упрочнения. Экспериментальная проверка и анализ теорий ползучести. Неустановившаяся и установившаяся ползучесть. Длительная прочность при объемном напряженном состоянии. <b>Тема 10.</b> Решение некоторых задач установившейся ползучести. Чистый изгиб бруса. Поперечный изгиб бруса. Ползучесть тонкостенных цилиндрических труб. <b>Тема 11.</b> Вязкоупругость. Механические модели деформируемого тела. Линейная теория наследственности. Нелинейная теория наследственности.	
3.	Основы механики грунтов, основания и фундаменты сооружений	<b>Тема 12.</b> Строение и характеристики физико-механических свойств грунтов. Определение механических характеристик грунтов в приборах трехосного сжатия. Закон деформирования грунтов. <b>Тема 13.</b> Определение напряжений в массиве грунта. Распределение напряжений под подошвой фундамента.	4
<b>Итого:</b>			<b>68</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Напряженное состояние в точке. Уравнения равновесия. Инварианты тензора и девиатора напряжений.	16
		Соотношения Коши. Тензор и девиатор напряжений. Инварианты. Условия непрерывности деформаций.	16
		Обобщенный закон Гука. Уравнения теории упругости. Постановка граничных задач. Плоская деформация. Функции напряжений. Методы решения плоских задач теории упругости. Решения трёхмерных задач в перемещениях и напряжениях.	18
		Обобщённое напряженное состояние. Уравнения теории упругости. Решение задач теории упругости. Задача Ламе, задача Фламана, задача Буссинеска.	18
2.	Раздел 2.	Свойства материалов при пластическом течении. Условия прочности и пластичности. Анализ теорий прочности материалов. Ассоциированный закон течения. Плоская деформация.	6
		Вдавливание плоского штампа. Пластическая деформирование сжатого слоя. Анализ решений упруго-пластических задач.	6
		Анализ экспериментальных данных ползучести материалов. Кривые ползучести. Теории ползучести. Теория старения, теория течения, теория упрочнения.	10
		Вязкоупругость. Модели деформирования тела. Линейная и нелинейная теории наследственности.	6
3.	Раздел 3.	Определение напряжений в массиве грунта. Распределение напряжений на подошве фундамента.	6
<b>Итого:</b>			<b>102</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### **4.2.5. Курсовая работа (проект)**

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф. зачета, экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

##### **Раздел 1. Основы теории упругости**

1. Какие гипотезы используются в механике сплошных сред?
2. Какая среда является изотропной?
3. В чем заключается шаровая изотропия?
4. Какая среда является однородной?
5. Какая среда является анизотропной?
6. Какая среда является упругой?
7. Какая среда является изотропной, однородной и упругой?
8. Как определяются нормальные и касательные напряжения, относительные деформации для закона Гука при одноосном сжатии?
9. Что характеризует девиатор напряжений?
10. Какая существует связь между составляющими перемещений и деформаций для сплошной среды?
11. Что характеризует тензор деформаций?
12. Что характеризует девиатор деформаций?
13. Какие упругие постоянные имеют уравнения закона Гука?
14. Как записываются уравнения закона Гука в форме зависимости напряжений от деформаций?
15. Какой физический смысл имеет плоская деформация, условия ее возникновения?
16. Какой вид имеет закон Гука для плоской деформации?

17. Какая функция называется гармонической?
18. Какая функция называется бигармонической?
19. В чем заключается постановка задачи Ламе для трубы?
20. Какой ученый ввел в теорию упругости принцип локальности действия самоуравновешенных нагрузок?

### **Раздел 2. Основы теории пластичности и ползучести**

1. От какой величины зависит относительное изменение объема металлов при трехосном сжатии и больших давлениях?
2. От какой величины зависит относительное изменение объема горных пород при трехосном сжатии и больших давлениях?
3. От какой величины зависит относительное изменение объема сыпучих сред при трехосном сжатии и больших давлениях?
4. От какой величины зависит относительное изменение объема жидких тел и воды при трехосном сжатии и больших давлениях?
5. Какое нагружение называется простым?
6. Какое нагружение называется сложным?
7. Какие участки на экспериментальной зависимости между напряжениями и деформациями для стали имеют место?
8. Что характеризует площадка текучести?
9. Что характеризует участок упрочнения?
10. Какое условие материала называется « $\sigma$ »?
11. Какой вид имеет условие текучести для материалов?
12. Какой вид имеет условие Треска для материалов?
13. Какой вид имеет условие Мизеса для материалов?
14. Чем отличается условие Мизеса от условия Треска?
15. Какой вид имеет диаграмма деформирования твёрдых тел при их нагружении?
16. Какой вид имеет деформационная теория пластичности?
17. Какой вид имеет теория течения?
18. Ассоциативный закон течения.
19. Плоская деформация, уравнения пластического деформирования.
20. Задача о штампе.
21. Задача о пластическом деформировании сжатого слоя.
22. Основные гипотезы деформационной теории пластичности.
23. Основные гипотезы теории течения.
24. Область применимости и согласия теорий.
25. Ползучесть материалов, анализ экспериментов.
26. Прочность материалов. Простое и сложное нагружение.
27. Линейная теория наследственности.
28. Нелинейная теория наследственности.
29. Что характеризует ползучесть материалов?
30. Что характеризует релаксация напряжений?
31. Какой вид имеет зависимость между напряжениями и деформациями при ползучести?
32. Какой вид имеют упруго-вязкие модели?

### **Раздел 3. Основы механики грунтов, основания и фундаменты сооружений**

1. На какие частицы по размерам подразделяются грунты?
2. На какие типы по гранулометрическому составу разделяются пески?
3. В чем заключается свойство тиксотропии грунта?
4. Какая вода называется свободной?
5. Какая вода называется связанной?
6. Какая вода называется прочносвязанной?
7. Из каких составных частей состоят грунты?



8. Что характеризует коэффициент фильтрации грунта?
9. Какой вид имеет гидравлический градиент?
10. Какая вода называется капиллярной?
11. Какую характеристику для глинистого грунта имеет понятие консистенция?
12. Для каких целей в песчаных грунтах используется плотность сложения?
13. Какие виды структурных связей имеют место в грунтах?
14. Что характеризует текстура грунтов?
15. Что называется пористостью грунта?
16. Какую величину называют числом пластичности?
17. Какую величину называют показателем текучести?
18. Какую зависимость называют компрессионной кривой?
19. В чем заключается формулировка закона компрессии?

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов к дифф. зачету:**

#### **Раздел 1. Основы теории упругости**

1. Какой вид имеет система уравнений равновесия элементарного параллелепипеда в системе координат  $oxz$ ?
2. Как выводится уравнение равновесия в проекции на ось  $ox$ ?
3. Как выводится уравнение равновесия в проекции на ось  $oz$ ?
4. Как выводится уравнение в проекции на ось  $oy$ ?
5. Что характеризуется интенсивность касательных напряжений?
6. Какие соотношения в теории деформаций называются уравнениями Коши и какой их геометрический смысл?
7. Как найти объемную деформацию бесконечно малого параллелепипеда?
8. Как найти относительную объемную деформацию бесконечно малого параллелепипеда?
9. Какой геометрический смысл уравнений неразрывности деформаций сдвига?
10. Какой вид имеют уравнения неразрывности деформаций сплошной среды?
11. Как находится работа упругих сил в сплошной упругой среде?
12. Как находится потенциальная энергия деформаций в сплошной упругой среде?
13. Какие типы граничных условий на поверхности сплошных тел задаются при решении уравнений теории упругости?
14. Какие методы можно использовать для решения задач теории упругости?
15. В чем заключается формулировка теоремы единственности при решении задач теории упругости?
16. Какой вид имеют уравнения теории упругости для плоской деформации?
17. Какой смысл имеет плоское напряженное состояние, условия его возникновения?
18. Какой вид имеет закон Гука для плоского напряженного состояния?

## **6.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамен)**

### **6.3.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

#### **Раздел 2. Основы теории пластичности и ползучести**

1. Какой вид имеют условия пластичности металлов?
2. Какой вид имеют гипотезы теории пластического течения?
3. Какой вид имеют гипотезы деформационной теории пластичности?
4. Чем отличаются или не отличаются между собой обе теории в случае простого нагружения?
5. Чем отличаются или не отличаются между собой обе теории в случае сложного нагружения?
6. Какой вид имеют уравнения деформационной теории пластичности?
7. Какой вид имеют уравнения теории течения?
8. Какой вид имеют уравнения ассоциативного закона течения?
9. В каких случаях имеет место плоская деформация?

10. В чем смысл схемы жестко-пластического тела?
11. В чем смысл постановки задачи о штампе?
12. В каком виде записывается постановка и решение задачи о пластическом деформировании сжатого слоя?
13. Какой смысл имеет явление ползучести материалов под нагрузкой?
14. Сформулируйте гипотезы и напишите уравнения линейной теории наследственности?
15. Сформулируйте гипотезы и напишите уравнения нелинейной теории наследственности?
16. В каком виде записывается функциональная связь между напряжениями и деформациями для теории старения?
17. Какой вид имеют кривые ползучести при испытаниях образцов?
18. На сколько стадий можно разделить процесс ползучести материалов?
19. Какую величину называют пределом ползучести?
20. Какая ползучесть называется установившейся?
21. Какая ползучесть называется неустановившейся?
22. В каком виде записываются уравнения линейной наследственной теории ползучести?
23. В чем заключается принцип Вольтерра?

### **Раздел 3. Основы механики грунтов, оснований и фундаментов сооружений**

1. Какие характеристики описывают физические свойства грунтов?
2. Какие характеристики описывают физическое состояние грунтов?
3. Какие характеристики имеют основные классы грунтов?
4. Какие составные элементы имеют грунты?
5. Какие структурные связи имеют грунты?
6. В чем заключаются основные допущения классической механики грунтов?
7. Что характеризует сжимаемость грунтов?
8. Какой вид имеет закон уплотнения?
9. Какой вид имеет коэффициент бокового давления?
10. Что характеризует водонепроницаемость грунтов?
11. Какой вид имеет закон ламинарной фильтрации Дарси?
12. Какой вид имеют эффективные и нейтральные давления в грунте?
13. Как записывается контактное сопротивление грунта сдвигу?
14. Какой вид имеет закон Кулона?
15. В чем заключаются основные закономерности деформирования грунтов?
16. Как классифицируются грунты по характеристикам физических свойств?
17. Как находятся расчетные сопротивления грунтов?
18. Как находятся напряжения в полуплоскости от вертикальных сосредоточенных сил, приложенных к ее границе?
20. Как находятся напряжения в полуплоскости от вертикальной сплошной нагрузки, приложенной к ее границе?

#### **6.3.2. Примерные тестовые задания к экзамену:**

##### **Вариант 1**

№	Вопросы	Варианты ответа
1.	Каким является упругое тело, деформационные характеристики которого во всех направлениях одинаковы?	1. Изотропным 2. Трансотропным 3. Неоднородным 4. Кусочно-изотропным
2.	Имя какого ученого носит название	1. Мизеса

№	Вопросы	Варианты ответа
	условия пластичности (прочности): $\tau_{max} = \tau_s = const$	2. Треска 3. Кулона 4. Ставрогина
3.	Задача о растяжении упругой бесконечной плоскости с круговым отверстием и усилиями на бесконечности?	1. Галина 2. Кирша 3. Ламе 4. Буссинеска
4.	В исходные положения какой теории входит пропорциональность девиаторов деформаций и напряжений? $D_\varepsilon = \psi D_\sigma$	1. Теория течения 2. Деформационная теория пластичности 3. Теория упругости 4. Ассоциативный закон течения
5.	Сколько участков имеет схема экспериментальной зависимости между касательными напряжениями и деформацией сжатия?	1. 2 2. 1 3. 3 4. 4
6.	В каком случае ползучесть называют неустановившейся?	1. Ползучесть при постоянных нагрузках 2. Скорость ползучести постоянна 3. Скорость ползучести возрастает 4. Скорость ползучести убывает
7.	Какие типы породы описываются упруго-вязкой геомеханической моделью?	1. Прочные 2. Сыпучие 3. Слабые 4. Глинистые и солесодержащие породы
8.	При каком соотношении длины волны L и диаметра выработки D справедливо квазистатическое решение задачи?	1. $\frac{L}{D} \geq 1$ 2. $\frac{L}{D} \geq 2$ 3. $\frac{L}{D} \geq 3$ 4. $\frac{L}{D} \geq 4$
9.	В каких типах пород коэффициент бокового распора будет наименьшим?	1. Песках 2. Глинах 3. Гранитах 4. Плывунах
10.	Какую величину нужно подставить в формулу $K = O \frac{1-\sin\rho}{2\cos\rho}$ вместо O для нахождения сцепления горных пород?	1. $\gamma H$ 2. $\sigma_{сж}$ 3. $\sigma_p$ 4. f
11.	Какие грунты содержат больше свободной воды?	1. Супесь 2. Суглинок 3. Глина 4. Песок
12.	Расчет на деформации (прогибы) выполняется по	1. Первой группе предельных состояний; 2. Второй группе предельных состояний; 3. Третьей группе предельных состояний; 4. Четвертой группе предельных состояний.
13.	Выберите характеристику грунта не описывающую его прочностные или	1. I - гидравлический градиент 2. C - коэффициент сцепления

№	Вопросы	Варианты ответа
	деформационные свойства.	3. $E_0$ - модуль общей деформации 4. $\varphi$ - угол внутреннего трения
14.	Определите наименование грунта, в котором песка 30% и 30% пылеватых частиц.	1. Супесь 2. Суглинок 3. Глина 4. Песок
15.	Нагружение называется простым если	1. Внешняя сила возрастает пропорционально некоторому параметру 2. Возрастает одна внешняя сила 3. Все внешние силы действуют не одновременно 4. Возрастает одна внешняя сила и все внешние силы действуют не одновременно
16.	Активным называется пластическое деформирование	1. Напряжения по модулю увеличиваются 2. Напряжения по модулю уменьшаются 3. Напряжения по модулю не изменяются 4. Вначале возрастают, а затем убывают
17.	Какую величину имеет число пластичности глин	1. $> 0,17$ 2. $0,07 \div 0,017$ 3. $0,01 \div 0,07$ 4. не пластична
18.	Из каких частей состоит грунт?	1. Твердых частиц 2. Воды 3. Газа 4. Всех вышеперечисленных
19.	При каком значении коэффициента относительной плотности $D$ грунт будет иметь плотное состояние?	1. $0 \leq D \leq \frac{1}{3}$ 2. $\frac{1}{3} \leq D \leq \frac{2}{3}$ 3. $\frac{2}{3} \leq D \leq 1$ 4. $D = 1$
20.	При каком значении показателя текучести $J_L$ состояние грунта будет текучим?	1. $J_L > 1$ 2. $0,75 < J_L < 1$ 3. $0,5 < J_L < 0,75$ 4. $0,25 < J_L < 0,5$

### Вариант 2

№	Вопросы	Варианты ответа
1.	Каким является упругое тело, деформационные характеристики которого зависят от координат?	1. Изотропным 2. Трансотропным 3. Неоднородным 4. Кусочно-изотропным
2.	Каким является упругое тело, деформационные характеристики которого в двух взаимно-перпендикулярных направлениях различны?	1. Изотропным 2. Трансотропным 3. Неоднородным 4. Кусочно-изотропным
3.	Имя какого ученого носит название	1. Мизеса

№	Вопросы	Варианты ответа
	условия пластичности (прочности): $T = \tau_s = const$	2. Треска 3. Кулона 4. Ставрогина
4.	Задача о растяжении упруго-пластической бесконечной плоскости с круговым отверстием и усилиями на бесконечности?	1. Галина 2. Кирша 3. Ламе 4. Буссинеска
5.	В исходные положения какой теории входит пропорциональность девиаторов деформаций и напряжений? $D_\varepsilon = \frac{1}{2G} D_\sigma$	1. Теория течения 2. Деформационная теория пластичности 3. Теория упругости 4. Ассоциативный закон течения
6.	На сколько стадий можно разделить процесс ползучести?	1. 2 2. 3 3. 4 4. 7
7.	Какие типы породы описываются физически нелинейной геомеханической моделью?	1. Прочные 2. Сыпучие 3. Слабые 4. Глинистые и солесодержащие породы
8.	Какие типы породы описываются жестко-пластической геомеханической моделью?	1. Прочные 2. Сыпучие 3. Слабые 4. Глинистые и солесодержащие породы
9.	Какой вид имеет модуль сдвига?	1. $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$ 2. $G = \frac{E}{2(1-\nu)}$ 3. $G = \nu E$ 4. $G = \frac{2(1+\nu)}{E}$
10.	По какой из формул определяется коэффициент бокового распора в сыпучих грунтах?	1. $\lambda = \frac{1-\nu}{\nu}$ 2. $\lambda = \frac{\nu}{1-\nu}$ 3. $\lambda = tg^2 \left( 45 - \frac{\rho}{2} \right)$ 4. $\lambda = tg^2 \left( 45 + \frac{\rho}{2} \right)$
11.	Какие характеристики входят в условие прочности Кулона?	1. $\sigma_{сж}$ и $E$ 2. $E$ и $\nu$ 3. $\sigma_{сж}$ и $\nu$ 4. $K$ и $\rho$
12.	Определите наименование грунта, в котором глинистых частиц от 10% до 25%.	1. Супесь 2. Суглинок 3. Глина 4. Песок
13.	Укажите фактор, не учитывающийся при определении глубины заложения фундаментов зданий	1. Характер напластования и свойств грунтов 2. Преобладающее направление розы ветров

№	Вопросы	Варианты ответа
		3. Гидрогеологические условия 4. Конструктивные особенности сооружения
14.	Принцип Сен-Венана основан на...	1. Независимости действия сил; 2. Замене отброшенной части уравновешивающими силами; 3. Замене массива полупространством; 4. Сплошности и изотропности грунта
15.	Отмостка предназначена:	1. Для сбора воды в здании; 2. Для утепления стен; 3. Для утепления фундаментов; 4. Для отвода воды от стен здания.
16.	Нагружение называется сложным если	1. Внешняя сила возрастает пропорционально некоторому параметру 2. Возрастает одна внешняя сила 3. Все внешние силы действуют не одновременно 4. Возрастает одна внешняя сила и все внешние силы действуют не одновременно
17.	Пассивным называется пластическое деформирование	1. Напряжения по модулю увеличиваются 2. Напряжения по модулю уменьшаются 3. Напряжения по модулю не изменяются 4. Вначале возрастают, а затем убывают
18.	Какую величину имеет число пластичности супеси	1. $> 0,17$ 2. $0,07 \div 0,017$ 3. $0,01 \div 0,07$ 4. не пластичен
19.	При каком значении коэффициента относительной плотности $D$ грунт будет иметь рыхлое состояние?	1. $0 \leq D < \frac{1}{3}$ 2. $\frac{1}{3} \leq D \leq \frac{2}{3}$ 3. $\frac{2}{3} \leq D \leq 1$ 4. $D = 1$
20.	При каком значении показателя текучести $J_L$ состояние грунта будет текучепластичным?	1. $J_L > 1$ 2. $0,75 < J_L < 1$ 3. $0,5 < J_L < 0,75$ 4. $0,25 < J_L < 0,5$

### Вариант 3

№	Вопросы	Варианты ответа
1.	Каким является слоистое упругое тело, деформационные характеристики которого одинаковы для каждого слоя?	1. Изотропным 2. Трансотропным 3. Неоднородным

№	Вопросы	Варианты ответа
		4. Кусочно-изотропным
2.	Имя какого ученого носит название условия пластичности (прочности): $\tau_{max} = K + \sigma_n \cdot \operatorname{tg} \rho$	1. Мизеса 2. Треска 3. Кулона 4. Ставрогина
3.	Имя какого ученого носит название условия пластичности (прочности): $\tau_{max} = \tau_0 \cdot e^{\frac{A \cdot \sigma_3}{\sigma_1}}$	1. Мизеса 2. Треска 3. Кулона 4. Ставрогина
4.	Сколько компонент напряжений имеет тензор напряжений в точке в общем случае?	1. 3 2. 6 3. 9 4. 12
5.	Задача о трубе с усилиями на внешней поверхности трубы?	1. Галина 2. Кирша 3. Ламе 4. Буссинеска
6.	Задача о полубесконечном упругом полупространстве при действии силы, перпендикулярной к поверхности?	1. Галина 2. Кирша 3. Ламе 4. Буссинеска
7.	В исходные положения какой теории входит пропорциональность приращения пластических деформаций и дивергента напряжений? $D_{d\varepsilon} = d\lambda D_\sigma$	1. Теория течения 2. Деформационная теория пластичности 3. Теория упругости 4. Ассоциативный закон течения
8.	В исходные положения какой теории входит пластический потенциал и функция текучести?	1. Теория течения 2. Деформационная теория пластичности 3. Теория упругости 4. Ассоциативный закон течения
9.	В каком случае ползучесть называют установившейся?	1. Ползучесть при постоянных нагрузках 2. Скорость ползучести постоянна 3. Скорость ползучести возрастает 4. Скорость ползучести убывает
10.	Какие типы породы описываются упруго-пластической геомеханической моделью?	1. Прочные 2. Сыпучие 3. Слабые 4. Глинистые и солесодержащие породы
11.	Какие типы породы описываются упругой геомеханической моделью?	1. Прочные 2. Сыпучие 3. Слабые 4. Глинистые и солесодержащие породы
12.	Назовите размерность напряжения в системе СИ.	1. Па 2. кг/см <sup>2</sup> 3. кг/см <sup>3</sup> 4. кг/см
13.	По какой из формул определяется коэффициент бокового распора в скальных горных породах?	1. $\lambda = \frac{1-\nu}{\nu}$ 2. $\lambda = \frac{\nu}{1-\nu}$

№	Вопросы	Варианты ответа
		3. $\lambda = tg^2 \left( 45 - \frac{\rho}{2} \right)$ 4. $\lambda = tg^2 \left( 45 + \frac{\rho}{2} \right)$
14.	Что понимается под плоской деформацией?	1. Деформации происходят в одной плоскости; 2. Деформации происходят в одной плоскости, а соседние плоскости не деформируются; 3. Деформации происходят в одной плоскости, а в соседних плоскостях происходят такие же деформации; 4. Деформации происходят в одной плоскости, а в соседних плоскостях деформации могут быть другими.
15.	В процессе промерзания и оттаивания происходит изменение объема грунта более чем 20%. Чем это обусловлено?	1. Увеличением объема воды при замерзании 2. Миграцией воды в глинистых грунтах; 3. Потерей прочностных свойств грунтов; 4. Всем выше перечисленным.
16.	Пластичность – свойство твердых тел изменять ... не разрушаясь под внешними воздействиями	1. Свою форму 2. Размеры 3. Сохранять остаточные деформации после устранения воздействия 4. Все вышеперечисленное
17.	Нейтральным называется пластическое деформирование	1. Напряжения по модулю увеличиваются 2. Напряжения по модулю уменьшаются 3. Напряжения по модулю не изменяются 4. Вначале возрастают, а затем убывают
18.	Какую величину имеет число пластичности суглинка	1. $> 0,17$ 2. $0,07 \div 0,017$ 3. $0,01 \div 0,07$ 4. не пластичен
19.	При каком значении коэффициента относительной плотности $D$ грунт будет иметь среднюю плотность?	1. $0 \leq D \leq \frac{1}{3}$ 2. $\frac{1}{3} \leq D \leq \frac{2}{3}$ 3. $\frac{2}{3} \leq D \leq 1$ 4. $D = 1$
20.	При каком значении показателя текучести $J_L$ состояние грунта будет полутвердым?	1. $J_L > 1$ 2. $0,75 < J_L < 1$ 3. $0,5 < J_L < 0,75$ 4. $0,25 < J_L < 0,5$

#### 6.4. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

##### 6.4.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения



	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Не владеет навыками, большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Посредственно владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Хорошо владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Отлично владеет навыками, предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### 6.4.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Пыхтеева Н.Ф. Механика грунтов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ф. Пыхтеева, В.В. Букша, В.И. Миронова. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2018. – 94 с. – 978-5-4487-0305-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77220.html>
2. Догадайло А.И. Механика грунтов. Основания и фундаменты [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Догадайло А.И., Догадайло В.А. – Электрон. текстовые данные. – М.: Юриспруденция, 2012. – 191 с. – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=8077>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю.
3. Каюмов Р.А. Конспект лекций «Основы теории упругости и элементы теории пластин и оболочек» [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Каюмов Р.А. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. – 80 с. – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=73314>. – «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю.
4. Молотников В.Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 532 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94741>. – Загл. с экрана.
5. Александров, А. В. Основы теории упругости и пластичности [Текст] : учеб. для вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов. - М. : Высш. шк., 1990. - 400 с.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты (включая специальный курс инженерной геологии) [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90861>. – Загл. с экрана.
2. Шапиро Д.М. Нелинейная механика грунтов [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Шапиро Д.М. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 122 с. – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=59119>. – «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю.

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Теория упругости: методические указания/ Сост. И.Ю. Смолина, Л.Е. Путеева. – Томск.: Изд-во Том. гос. архит. - строит. ун-та, 2010. – 16 с. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/2045784>
2. Пространственная задача теории упругости: варианты заданий и методические указания к выполнению расчетно графической работы/ Сост. И.Ю. Смолина, Л.Е. Путеева – Томск.: Изд. - во Том. гос. арх и т. - строит. ун-та, 2010. с. 22
3. Теория упругости. Объемное напряженное состояние: метод. указания / А.С. Демидов, Н. В. Полухина. – Екатеринбург : УрГУПС, 2016. – 16 с.

### 7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>
4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр №1)**

Мебель и оборудование:

– 108 посадочных мест, стол письменный – 6 шт., парта – 48 шт., стол преподавательский – 1 шт., стул офисный – 14 шт., доска учебная – 2 шт., стенды тематические – 18 шт.

Компьютерная техника:

мультимедиа проектор Mitsubishi XD700U; экран LIGRA 452984 CINEDOMUS, 200×168/190×143/94", MW; подвеска для проектора; монитор 3M Dual-Touch Display 15" C1510PS; шкаф-трибуна преподавателя; компьютер ViComp; источник бесперебойного питания Riello Vision (Line-interactive) VST 2000; кабельный эквалайзер Extron DVI 101 60-873-01; усилитель-распределитель Extron DVI DA2 60-886-02; коммутатор Extron SW2 DVI A Plus 60-964-21; контроллер Extron MLC 226 IP AAP 60-600-12; усилитель Extron MPA 152 (60-844-01); акустическая система Extron SM 3 (42-133-02); проводной микрофон МД-99 (микрофон-М); микшер Extron MVC 121 Plus (60-1096-01).

#### **Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр № 1).**

Мебель и оборудование:

– 16 посадочных мест, шкаф для документов – 3 шт., стол компьютерный (900×900×740) – 17 шт., стол компьютерный (1400×600×740) – 1 шт., стол письменный (1600×800×730) – 3 шт., стул офисный - 18 шт., стул ИСО – 8 шт., доска – 1 шт.

Компьютерная техника:

– принтер HP Laser Jet P3005 – 1 шт., системный блок Ramec Storm - 15 шт., компьютер HP P3400 MT G530 – 1 шт., монитор ЖК Samsung 20" - 1 шт., монитор ЖК Samsung 24" – 14 шт., монитор ЖК HP 21,5 – 1 шт., коммутатор сетевой HP 3100-24 EI – 1 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

Мебель и оборудование:

– 10 посадочных мест, стол компьютерный (110×90×82) – 10 шт.; стол (160×80×72) – 1 шт., стол (180×96×75) – 1 шт., стол (250×110×72) – 1 шт., стол (80×80×72) – 3 шт., стол (140×80×72) – 1 шт., шкаф книжный (стеллаж 90×40×120, тумба 90×40×82) – 3 шт., доска – 1 шт.

Компьютерная техника:

– принтер HP Laser Jet P4014 DN - 1 шт., сканер Epson V 350 proto – 2 шт., системный блок Ramec Storm – 1 шт., системный блок RAMES GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) – 10 шт., системный блок HP Z600 - 1 шт., монитор ЖК Samsung Sync Master 20~ P2070 – 1 шт., монитор ЖК HP2510i Pavilion – 1 шт., принтер Xerox Phaser 3610dn – 1 шт., коммутатор управляемый сетевой HP ProCurve 2510 – 1 шт.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение**

Microsoft Windows 7 Professional ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 "На поставку компьютерного оборудования" ГК № 959-09/10 от 22.09.10 "На поставку компьютерной техники" ГК № 447-06/11 от 06.06.11 "На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 "На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 "На поставку компьютерного оборудования" Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 "На поставку компьютерного оборудования" ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 "На поставку продукции" Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011 Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011 Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 "На поставку программного обеспечения" Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1.

Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 "На поставку компьютерного оборудования" Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 "На поставку компьютерного оборудования" ГК № 671-08/12 от 20.08.2012. "На поставку продукции" Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011 Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011 Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 "На поставку программного обеспечения". Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 Лицензия № 8758 Ing+ 2012 договор Д150(44)-06/17 от 29.06.2017 – бессрочный. SOFiSTiK 2082-005 LocS.N.: 3-3365725 договор 04-16/И-006 от 26.01.2016 – бессрочный. Infrastructure Design Suite Ultimate 2017. AutoCAD. AutoCAD Map 3D Storm and Sanitary Analysis. AutoCAD Raster Design ReCap. AutoCAD Civil 3D. AutoCAD Utility Design 3ds Max. Revit Navisworks Manage Robot Structural Analysis Professional (Договор № 110001021779 от 17.08.2015) на 125 рабочих мест. Abaqus договор ГК 383-05/11(от 24.05.2011 бессрочный).

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012);

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).