

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Уровень высшего образования:	<i>Специалитет</i>
Специальность:	<i>08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений</i>
Специализация:	<i>Строительство подземных сооружений</i>
Квалификация выпускника:	<i>Инженер-строитель</i>
Форма обучения:	<i>Очная</i>
Составитель:	<i>доцент Д.А. Потемкин</i>

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Прикладная информатика» 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 _____ к.т.н., доц. Д.А. Потемкин

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 «Прикладная информатика»: освоение основ прикладной информатики и навыков работы с ПЭВМ при практических расчетах напряженно-деформированного состояния массива пород вокруг горных выработок и подземных сооружений методом конечных элементов (МКЭ).

Основные задачи дисциплины:

- изучение численных методов расчета напряженно-деформированного состояния массива горных пород, их сущности и области применения;
- овладение навыками расчета смещений и напряжений в массиве методом МКЭ и интерпретирование полученных результатов;
- формирование представления о математическом моделировании физических процессов, происходящих в массиве при строительстве подземных и открытых выработок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Прикладная информатика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация «Строительство подземных сооружений» в 5 и 6 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Прикладная информатика» являются «Математика», «Физика», «Строительные материалы».

Дисциплина «Прикладная информатика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Строительная информатика», «Основания и фундаменты», «Механика подземных сооружений», «Конструкции и расчет крепей и обделок».

Особенностью дисциплины является обобщающий характер знаний, необходимых при моделировании работы сооружений различного назначения и оценки их влияния на вмещающие породы и грунты оснований.

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

Процесс изучения дисциплины «*Прикладная информатика*» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.	ОПК-2.1. Знает процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, представления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов (информационные технологии) ОПК-2.2. Знает современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы ОПК-2.3. Умеет выбирать и использовать современные информационно-

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
Способен осуществлять постановку и решение научнотехнических задач строительной отрасли, выполнять экспериментальные исследования и математическое моделирование, анализировать их результаты, осуществлять организацию выполнения научных исследований	ОПК-11.	ОПК-11.2. Составление математической модели исследуемого процесса (явления)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		5	6
Аудиторная работа, в том числе:	136	68	68
Лекции (Л)	34	17	17
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	102	51	51
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	80	40	40
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Реферат	-	-	-
Подготовка к практическим занятиям	-	-	-
Подготовка к лабораторным занятиям	68	34	34
Подготовка к дифф. зачету	12	6	6
Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет (ДЗ)	-	ДЗ	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины			
	ак. час.	216	108
	зач. ед.	6	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные 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	МКЭ – как один из численных методов решения задач механики сплошной среды.	16	8	-	4	4
2	Математическая основа МКЭ на примере треугольного элемента в двумерных (плоских) задачах.	60	8	-	32	20
3	Практическое применение МКЭ.	49	1	-	32	16
4	Математическое моделирование механического поведения грунтов и горных пород.	21	9	-	4	8
5	Моделирование развития геомеханических процессов при строительстве тоннелей и подземных сооружений глубокого заложения.	36	4	-	16	16
6	Моделирование развития геомеханических процессов при строительстве глубоких котлованов.	34	4	-	14	16
	Итого:	216	34		102	80

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
5 семестр			
1	МКЭ – как один из численных методов решения задач механики сплошной среды.	Тема 1. Геомеханические модели массива горных пород. Приближенные численные методы решения задач. Понятие о методе конечных элементов (МКЭ). Численные модели подземных сооружений.	2
		Тема 2. Условия равновесия и сплошности материала в каждой рассматриваемой точке массива. Уравнения равновесия и совместности деформаций. Замена бесконечной области массива горных пород конечной, дискретизация рассматриваемой области (разбиение ее на конечное количество элементов). Сеть конечных элементов (элементы, узлы элементов). Граничные условия, граничные узлы.	2
		Тема 3. Конечно-элементная модель, "кусочное" решение описывающих уравнений. Типы конечных элементов, двух- и трехмерные (пространственные) задачи механики сплошной среды, порядок элемента. Область применения и особенности рассмотренных типов элементов, особые типы элементов для решения специфических задач.	2
		Тема 4. Связь между напряжениями внутри элемента и узловыми силами. Виртуальное перемещение. Принцип виртуальных перемещений.	2
2	Математическая основа МКЭ на примере треугольного элемента в двумерных (плоских) задачах.	Тема 1. Понятия матрица, матрица-вектор, элементы матрицы. Единичная матрица, квадратная матрица. Определитель, решение систем линейных уравнений с помощью определителей. Некоторые правила действий над матрицами: сложение матриц, умножение матриц, транспонирование матриц. Понятия минор, алгебраическое дополнение, матрица союзная исходной, обратная матрица.	3
		Тема 2. Основные уравнения теории упругости: уравнения равновесия и уравнения (условия) совместности деформаций. Компоненты узловых сил, компоненты узловых перемещений. Основные уравнения теории упругости в условиях плоской деформации. Закон Гука в матричной форме.	3
		Тема 3. Вектор узловых сил, вектор узловых перемещений, их взаимосвязь посредством матрицы жесткости элемента (МЖЭ). Матрица жесткости системы треугольных элементов (МЖС).	2
3	Практическое применение МКЭ.	Тема 1. Примеры из практики расчета конструкций подземных сооружений определение параметров напряженно-деформированного состояния массива, вмещающего подземные сооружения, расчет напряженно-деформированного состояния массива вокруг параллельных выработок, моделирование конструкций крепей горных выработок.	1
Итого за 5 семестр:			17
6 семестр			
4	Математическое моделирование механического	Тема 1. Основы теории упругости, пластичности и ползучести. Основные уравнения теории упругости, пластичности, ползучести. Условия пластичности и	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	поведения грунтов и горных пород	пластического течения. Реологические модели материалов.	
		Тема 2. Математические основы моделирования механического поведения грунтов и горных пород. Классификация моделей деформирования грунтов и горных пород. Особенности разработки моделей деформирования грунтов и горных пород. Теория пластического течения и деформационная теория пластичности применительно к моделям деформирования грунтов и горных пород.	2
		Тема 3. Модели деформирования грунтов. Модель Кулона-Мора. Шатровые модели деформирования грунтов. Модели упрочняющихся сред. Продвинутое моделирование механического поведения грунтов.	2
		Тема 4. Модели деформирования горных пород. Модель, основанная на условии пластичности Хока-Брауна. Модель трещиноватой среды с заданным направлением ослабления. Дискретно-сплошное представление горных пород.	3
5	Моделирование развития геомеханических процессов при строительстве тоннелей и подземных сооружений глубокого заложения	Тема 5. Принципы построения численных моделей прогноза строительства тоннелей горным способом. Компоненты численной модели. Граничные и начальные условия. Особенности моделирования изменения НДС в окрестности тоннеля в плоско-деформационной и пространственной постановках. Оценка устойчивости тоннеля на основании численных методов анализа.	2
		Тема 6. Принципы построения численных моделей прогноза строительства тоннелей щитовым способом. Компоненты численной модели. Граничные и начальные условия. Особенности моделирования изменения НДС в окрестности тоннеля, сооружаемого щитовым способом, в плоско-деформационной и пространственной постановках. Особенности прогноза оседания земной поверхности при строительстве тоннелей щитовым комплексом.	2
6	Моделирование развития геомеханических процессов при строительстве глубоких котлованов	Тема 7. Принципы построения численных моделей и прогноз деформаций при строительстве глубоких котлованов. Компоненты численной модели. Граничные и начальные условия. Особенности моделирования изменения НДС в окрестности глубокого котлована в плоско-деформационной и пространственной постановках. Идеализация несущих конструкций глубоких котлованов при численном моделировании. Оценка устойчивости котлована на основании численных методов анализа.	4
Итого за 6 семестр:			17
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
5 семестр			
1	1	Оценка устойчивости породного откоса. Постановка ознакомительной задачи, подготовка данных, расчет и интерпретация результатов.	7
2	2	Расчет напряженно-деформированного состояния грунтового массива при поэтапном строительстве котлована с применением технологии "стена в грунте". Постановка ознакомительной задачи, подготовка данных, расчет и интерпретация результатов.	22
3	3	Расчет напряженно-деформированного состояния грунтового массива при строительстве тоннеля мелкого заложения. Постановка ознакомительной задачи, подготовка данных, расчет и интерпретация результатов.	22
Итого за 5 семестр:			51
6 семестр			
4	4	Исследование деформирования грунтов при нагружении в дренированном и недренированном состоянии.	18
5	5	Моделирование напряженно-деформированного состояния грунтового массива при взаимном влиянии разнотипных объектов.	18
6	6	Расчет эквивалентных характеристик трещиноватой среды.	15
Итого за 6 семестр:			51
Итого:			102

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

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.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

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

Консультации (текущая консультация, накануне дифф. зачета) 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 (проектов).

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

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

6.1.1. Вопросы для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Особенности формирования и расчета численных моделей подземных сооружений.

1. На чем основаны аналитические методы решения задач?
2. На чем основаны численные методы решения задач?
3. Что отражает название "Метод конечных элементов" (МКЭ)?
4. Что в методе конечных элементов подразумевают под "элементами"?
5. Что означает термин "дискретизация области"?
6. Как организовано взаимодействие элементов в МКЭ?
7. Определите понятие "граничные условия" в МКЭ.
8. Что такое порядок элемента?
9. От чего в МКЭ зависит точность искомых величин?
10. Имеет ли физический смысл разбиение рассматриваемой области на элементы в

МКЭ?

Раздел 2. Особенности формирования и расчета численных моделей открытых выработок.

1. Какова размерность напряжений?
2. Каков ранг матрицы жесткости элемента для плоского треугольного элемента, если система состоит из 100 элементов?
3. Что такое интенсивность напряжений?
4. Какую взаимосвязь устанавливает закон Гука?
5. Как называется графическое изображение прочности горных пород при всевозможных видах напряженного состояния?
6. Что понимается под термином траектория нагружения?
7. Влияет ли количество элементов в элементной сетке на размер матрицы жесткости системы?
8. Какие виды нелинейности встречаются при решении задач геомеханики?
9. Для чего используются модели поведения (деформирования) материала, сформулированные в рамках механики сплошной среды?
10. Какое количество параметров необходимо для задания модели деформирования материала основанной на условии пластичности Кулона-Мора (классическая постановка)?

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

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачету (по дисциплине):

1. Что отражает название "Метод конечных элементов" (МКЭ)?
2. Что в методе конечных элементов подразумевают под "элементами"?
3. Что означает термин "дискретизация области"?
4. Как организовано взаимодействие элементов в МКЭ?
5. Определите понятие "граничные условия" в МКЭ.
6. Что такое порядок элемента?
7. Имеет ли физический смысл разбиение рассматриваемой области на элементы в МКЭ?
8. Какой смысл в теории упругости имеют уравнения равновесия?
9. Как связаны между собой матрица жесткости элемента и матрица жесткости системы?
10. Сколько компонент перемещений имеет узел плоского треугольного элемента?
11. Что такое интенсивность напряжений?

12. Как называется графическое изображение прочности горных пород при всевозможных видах напряженного состояния?
13. Какой вид нелинейности возникает при решении фильтрационных задач с неустановившимся режимом фильтрации?
14. Какой вид испытаний используется для изучения изменения объема (уменьшения) материала при сжатии?
15. Какая последовательность должна быть выбрана при обосновании параметров модели поведения материалов?
16. В каких случаях грунты принято рассматривать как однофазную среду?
17. Для чего используются модели поведения (деформирования) материала, сформулированные в рамках механики сплошной среды?
18. Как называется увеличение объема материала при пластическом сдвиге?
19. Какой вид испытаний используется для изучения изменения объема (уменьшения) материала при сжатии?
20. Приведите уравнение, которое соответствует условию пластичности Кулона-Мора.

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету

Вариант 1

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
1	К какому виду нелинейности относиться расчет, обусловленный учетом нелинейной зависимости между компонентами обобщенных напряжений и деформаций $\sigma=f(\varepsilon)$ и характеризует работу материала в нелинейно-упругой области, упругопластической области или вязкопластической области?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физическая нелинейность 2. Геометрическая нелинейность 3. Конструктивная нелинейность 4. Общая нелинейность
2	К какому виду нелинейности относиться расчет, если перемещения конструкции вызывают значительные изменения ее геометрии, так что уравнения равновесия приходится составлять с учетом изменения формы и размеров рассматриваемого объекта?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физическая нелинейность 2. Геометрическая нелинейность 3. Конструктивная нелинейность 4. Общая нелинейность
3	К какому виду нелинейности относиться расчет когда нелинейность возникает вследствие конструктивных особенностей системы, вызывающих изменение расчетной схемы в процессе ее деформирования (изменяются условия закрепления, выпадают или образуются новые связи, включаются или выключаются элементы системы, изменяется условие на контакте тел)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физическая нелинейность 2. Геометрическая нелинейность 3. Конструктивная нелинейность 4. Общая нелинейность
4	Какой вид нелинейности наиболее важен при решении задач геомеханики?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физическая нелинейность 2. Геометрическая нелинейность 3. Конструктивная нелинейность 4. Общая нелинейность
5	Какой вид нелинейности наиболее важен при решении задач связанных с потерей устойчивости (формы) рассматриваемой системы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физическая нелинейность 2. Геометрическая нелинейность 3. Конструктивная нелинейность 4. Общая нелинейность
6	Какой вид нелинейности возникает при решении фильтрационных задач с	<ol style="list-style-type: none"> 1. Физическая нелинейность 2. Геометрическая нелинейность

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
	неустановившимся режимом фильтрации	3. Конструктивная нелинейность 4. Общая нелинейность
7	Интенсивность касательных напряжений обозначается символом	1. q 2. p 3. τ 4. s
8	Средние напряжения обозначаются символом	1. q 2. p 3. τ 4. s
9	Испытания породы при котором при σ_1 и ε_1 не равны нулю, $\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 0$, а величина $\sigma_2 = \sigma_3$ определяются особенностью деформирования породы называется	1. Изотропное сжатие 2. Одометрическое сжатие 3. Трехосное сжатие 4. Одноосное сжатие
10	Испытания породы при котором $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ называется	1. Изотропное сжатие 2. Одометрическое сжатие 3. Трехосное сжатие 4. Одноосное сжатие
11	Испытание при котором $\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3$ называется	1. Изотропное сжатие 2. Одометрическое сжатие 3. Трехосное сжатие 4. Одноосное сжатие
12	При выполнении истинных трехосных испытаний пород какое соотношение между главными напряжениями должно выполняться	1. $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ 2. $\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3$ 3. $\sigma_1 = \sigma_2 \geq \sigma_3$ 4. $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$
13	При проведении трехосных стабилметрических испытаний в каких осях чаще всего представляют результаты деформирования породы	1. q - γ 2. σ - τ 3. q - p 4. ε - γ
14	При проведении сдвиговых испытаний в каких осях чаще всего представляют результаты деформирования породы	1. q - σ 2. σ - τ 3. τ - γ 4. ε - γ
15	Что понимается под термином траектория нагружения	1. Изменение напряженного состояния в точке 2. Уплотнение породы под нагрузкой 3. Нагружение породы по определенной траектории 4. Траектория описывающая процесс
16	В девиаторной плоскости соблюдается следующее условия напряженного состояния	1. $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ 2. $\sigma_1 < \sigma_2 = \sigma_3$ 3. $\sigma_1 = \sigma_2 > \sigma_3$ 4. $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$
17	Меридиональная плоскость проходит через оси	1. $I_1 - q$ 2. $I_2 - p$ 3. p - q 4. $I_1 - I_2$
18	Условию плоской деформации соответствует следующее напряженно-деформированное состояние	1. $\sigma_1 = 0, \sigma_2 \neq 0, \sigma_3 \neq 0, \varepsilon_1 \neq 0, \varepsilon_2 \neq 0, \varepsilon_3 \neq 0$ 2. $\sigma_1 \neq 0, \sigma_2 \neq 0, \sigma_3 \neq 0, \varepsilon_1 \neq 0, \varepsilon_2 \neq 0, \varepsilon_3 = 0$ 3. $\sigma_1 = 0, \sigma_2 = 0, \sigma_3 = 0, \varepsilon_1 \neq 0, \varepsilon_2 \neq 0, \varepsilon_3 = 0$ 4. $\sigma_1 = 0, \sigma_2 \neq 0, \sigma_3 = 0, \varepsilon_1 \neq 0, \varepsilon_2 \neq 0, \varepsilon_3 = 0$

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
19	Условие плоской деформации соответствует следующему напряженно-деформированное состояние	<ol style="list-style-type: none"> $\sigma_1 = 0, \sigma_2 \neq 0, \sigma_3 \neq 0, \varepsilon_1 \neq 0, \varepsilon_2 \neq 0, \varepsilon_3 \neq 0$ $\sigma_1 \neq 0, \sigma_2 \neq 0, \sigma_3 \neq 0, \varepsilon_1 \neq 0, \varepsilon_2 \neq 0, \varepsilon_3 = 0$ $\sigma_1 \neq 0, \sigma_2 \neq 0, \sigma_3 = 0, \varepsilon_1 \neq 0, \varepsilon_2 \neq 0, \varepsilon_3 = 0$ $\sigma_1 = 0, \sigma_2 \neq 0, \sigma_3 = 0, \varepsilon_1 \neq 0, \varepsilon_2 \neq 0, \varepsilon_3 = 0$
20	В каких случаях необходимо проводить циклические испытания материала	<ol style="list-style-type: none"> Если необходимо решать задачу где формируется знакопеременное воздействие Если необходимо решать задачу где формируется динамическое воздействие Если необходимо решать задачу где формируется только статическое монотонное воздействие Верны варианты (1) и (2)

Вариант 2

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
1	Графическое изображение прочности горных пород при всевозможных видах напряженного состояния называется	<ol style="list-style-type: none"> Диаграмма деформирования Критерий (условие) прочности Паспорт прочности Круги Мора
2	Аналитическое выражение прочности горных пород при всевозможных видах напряженного состояния называется	<ol style="list-style-type: none"> Диаграмма деформирования Критерий (условие) прочности Паспорт прочности Круги Мора
3	Увеличенные объема материала при пластическом сдвиге называется	<ol style="list-style-type: none"> Контракция Ползучесть Дилатансия Адгезия
4	Какой вид испытаний используется для изучения изменения объема (уменьшения) материала при сжатии	<ol style="list-style-type: none"> Трехосное сжатие Одноосное сжатие Одноосное растяжение Изотропное сжатие
5	Для чего используются модели поведения (деформирования) материала, сформулированные в рамках механики сплошной среды	<ol style="list-style-type: none"> Для получения новых знаний о работе данного материал Для прогноза развития напряженно-деформированного состояния конструкций/породного массив состоящего из данного материала Для определения эквивалентных механических свойств для других моделей поведения материалов Используются только в академических целях для изучения разделов механики сплошной среды
6	Какая последовательность должна быть выбрана при обосновании параметров модели поведения материалов	<ol style="list-style-type: none"> Лабораторные испытания – Выбор модели материалов – Подбор параметров модели поведения материалов – Численное моделирование – Сравнение результатов с натурными наблюдениями Выбор модели материалов – Подбор параметров модели поведения материалов – Численное моделирование – Сравнение результатов с натурными наблюдениями –

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
		Лабораторное моделирование 3. Численное моделирование – Сравнение результатов с натурными наблюдениями – Выбор модели материалов – Подбор параметров модели поведения материалов – Лабораторное моделирование 4. Ни одна из выше перечисленных
7	В каких случаях грунты принято рассматривать как однофазную среду	1. При их полном водонасыщении водой 2. При их частичном водонасыщении водой 3. Если вода в пористом пространстве отсутствует 4. Если нет необходимости решать задачи фильтрации
8	Условие при котором процесс нагружения водонасыщенных грунтов не сопровождается формированием избыточного порового давления называется	1. Консолидированное 2. Дренированное 3. Недренированное 4. Антидренированное
9	Условие при котором процесс нагружения водонасыщенных грунтов сопровождается формированием избыточного порового давления называется	1. Консолидированное 2. Дренированное 3. Недренированное 4. Антидренированное
10	Указать в каких горных породах при статическом монотонном нагружении формируется избыточное поровое давления	1. Глинистые породы 2. Каменная соль 3. Песок 4. Гравий
11	Какой показатель влияет на форму поверхности пластического течения в девиаторной плоскости	1. Угол дилатансии 2. Сцепление 3. Модуль деформации 4. Угол Лоде
12	Функция, которая ограничивает область допустимых напряжений от недопустимых называется	1. Функцией дилатансии 2. Функция пластического течения 3. Функция пластического потенциала 4. Функция Мизеса
13	Функция, которая определяет направление развития пластических деформаций называется	1. Функцией дилатансии 2. Функция пластического течения 3. Функция пластического потенциала 4. Функция Мизеса
14	Показатель который определяет величину приращения пластических деформаций	1. Коэффициент Пуассона 2. Модуль сдвига 3. Сцепление 4. Пластический множитель
15	Каким образом задается направление вектора пластического течения f – функция поверхности пластического течения; g – функция пластического потенциала; σ – вектор напряжений; h – закон упрочнения; λ – пластический множитель	1. $\frac{\partial g}{\partial \sigma}$ 2. $\frac{\partial f}{\partial \sigma}$ 3. $\frac{\partial h}{\partial \sigma}$ 4. $\frac{\partial \lambda}{\partial \sigma}$
16	Под ассоциированным законом пластического течения понимается	1. Когда угол дилатансии равен 0 2. Когда угол внутреннего трения равен 90 3. Когда угол дилатансии равен углу внутреннего трения

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
		4. Когда функция поверхности пластического течения совпадает с функцией поверхности пластического потенциала
17	Какой соотношение между углом дилатансии и углом внутреннего трения приводит к ассоциированному закону пластического течения для модели среды основанной на условии пластичности Кулон-Мора	<ol style="list-style-type: none"> 1. Угол дилатансии равен углу внутреннего трения 2. Угол дилатансии больше угла внутреннего трения 3. Угол дилатансии меньше угла внутреннего трения 4. Угол дилатансии не равен углу внутреннего трения
18	Какая матрица используется для связи между векторами напряжений и деформаций для упругой среды	<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрица податливости 2. Матрица когезионности 3. Упругопластическая матрица 4. Упругая матрица
19	Какая матрица используется для связи между векторами напряжений и деформаций для упругопластической среды	<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрица податливости 2. Матрица когезионности 3. Упругопластическая матрица 4. Упругая матрица
20	Какое состояние соответствует упругому поведению среды	<ol style="list-style-type: none"> 1. $f(\sigma, \varepsilon) < 0$ 2. $f(\sigma, \varepsilon) = 0$ и $df(\sigma, \varepsilon) < 0$ 3. $f(\sigma, \varepsilon) = 0$ и $df(\sigma, \varepsilon) = 0$ 4. $f(\sigma, \varepsilon) > 0$

Вариант 3

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
1	Какое состояние соответствует упругопластической разгрузке	<ol style="list-style-type: none"> 1. $f(\sigma, \varepsilon) < 0$ 2. $f(\sigma, \varepsilon) = 0$ и $df(\sigma, \varepsilon) < 0$ 3. $f(\sigma, \varepsilon) = 0$ и $df(\sigma, \varepsilon) = 0$ 4. $f(\sigma, \varepsilon) > 0$
2	Какое состояние соответствует упругопластическому нагружению	<ol style="list-style-type: none"> 1. $f(\sigma, \varepsilon) < 0$ 2. $f(\sigma, \varepsilon) = 0$ и $df(\sigma, \varepsilon) < 0$ 3. $f(\sigma, \varepsilon) = 0$ и $df(\sigma, \varepsilon) = 0$ 4. $f(\sigma, \varepsilon) > 0$
3	Какое состояние невозможно	<ol style="list-style-type: none"> 1. $f(\sigma, \varepsilon) < 0$ 2. $f(\sigma, \varepsilon) = 0$ и $df(\sigma, \varepsilon) < 0$ 3. $f(\sigma, \varepsilon) = 0$ и $df(\sigma, \varepsilon) = 0$ 4. $f(\sigma, \varepsilon) > 0$
4	Что из себя представляет поверхность пластического течения полученная на основании условия пластичности Мизеса в девиаторной плоскости	<ol style="list-style-type: none"> 1. Окружность 2. Квадрат 3. Шестигранник 4. Треугольник
5	Что из себя представляет поверхность пластического течения полученная на основании условия пластичности Друкера-Прагера в девиаторной плоскости	<ol style="list-style-type: none"> 1. Окружность 2. Квадрат 3. Шестигранник 4. Треугольник
6	Что из себя представляет поверхность пластического течения полученная на основании условия пластичности Кулона-Мора в девиаторной плоскости	<ol style="list-style-type: none"> 1. Окружность 2. Квадрат 3. Шестигранник 4. Треугольник
7	Что из себя представляет поверхность	<ol style="list-style-type: none"> 1. Окружность

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
	пластического течения полученная на основании условия пластичности Ранки в девиаторной плоскости	2. Квадрат 3. Шестигранник 4. Треугольник
8	Указать при каком условии пластичности поверхность пластического течения не расширяется в девиаторной плоскости с увеличением средних напряжений	1. Мизеса 2. Друкера-Прагера 3. Кулона-Мора 4. Хока-Брауна
9	Указать при каком условии пластичности поверхность пластического течения расширяется в девиаторной плоскости с увеличением средних напряжений	1. Треска 2. Мизеса 3. Друкера-Прагера 4. Ни одним из выше перечисленных
10	Что из себя геометрически представляет условие пластичности Мизеса в пространстве главных напряжений	1. Цилиндр 2. Пирамида, в основании которой шестигранник 3. Вытянутый шестигранник 4. Конус
11	Что из себя геометрически представляет условие пластичности Друкера-Прагера в пространстве главных напряжений	1. Цилиндр 2. Пирамида, в основании которой шестигранник 3. Вытянутый шестигранник 4. Конус
12	Что из себя геометрически представляет условие пластичности Кулона-Мора в пространстве главных напряжений	1. Цилиндр 2. Пирамида, в основании которой шестигранник 3. Вытянутый шестигранник 4. Конус
13	Укажите уравнение, которое соответствует условию пластичности Кулона-Мора	1. $\tau = c + \sigma_n \tan \varphi$ 2. $q = d + p \tan \beta$ 3. $q = R_t/2$ 4. $\tau = c$
14	Укажите уравнение, которое соответствует условию пластичности Друкера-Прагера	1. $\tau = c + \sigma_n \tan \varphi$ 2. $q = d + p \tan \beta$ 3. $q = R_t/2$ 4. $\tau = c$
15	Какой параметр модели поведения среды основанной на условии пластичности Кулона-Мора лишний	1. Модуль деформации 2. Коэффициент поперечной деформации 3. Сцепление 4. Показатель пластического уплотнения
16	Какое количество параметров необходимо для задания модели деформирования материала основанной на условии пластичности Кулона-Мора (классическая постановка)	1. 3 2. 4 3. 5 4. 6
17	Какое количество параметров необходимо для задания модели деформирования материала основанной на условии пластичности Друкера-Прагера (классическая постановка)	1. 3 2. 4 3. 5 4. 6
18	Какое количество параметров необходимо для задания модели деформирования материала основанной на условии пластичности Мизеса (классическая постановка)	1. 3 2. 4 3. 5 4. 6

№ пп	Вопросы	Варианты ответов
	постановка)	
19	Модуль деформации породы определяется как	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отношение приращения продольных напряжений к приращению продольных деформаций 2. Отношение поперечных деформаций к продольным деформациям 3. Произведение поперечных деформаций и продольных деформаций 4. Отношение объемных деформаций к деформациям формоизменения
20	Коэффициент поперечной деформации породы определяется как	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отношение приращения продольных напряжений к приращению продольных деформаций 2. Отношение поперечных деформаций к продольным деформациям 3. Произведение поперечных деформаций и продольных деформаций 4. Отношение объемных деформаций к деформациям формоизменения

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. 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
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и лабораторных 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
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:

Количество правильных ответов, %	Оценка
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. Баклашов, И.В. Геомеханика: Учебник в 2-х томах.Т.1. Основы геомеханики [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон. дан. – Москва : Горная книга, 2004. – 208 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3286>.
2. Баклашов, И.В. Геомеханика: Учебник в 2-х томах.Т.2. Геомеханические процессы [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Москва: Горная книга, 2004. – 249 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3287>.
3. Борщ-Компониец В.И. Практическая механика горных пород [Электронный ре-сурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. – М.: Горная книга, 2013. – 328 с.
Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66426.
4. Введение в механику подземных сооружений: Учебное пособие / Зерцалов М.Г., Никишкин М.В., – 2-е изд., (эл.) – М.:МИСИ-МГСУ, 2017. – 117 с.
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/970257>
5. 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.
6. Ханефт, А.В. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах. Ч. 2: Теория упругости [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Ханефт. – Электрон. дан. – Кемерово : КемГУ, 2011. –103 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30184>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Певзнер, М.Е. Геомеханика [Электронный ресурс] : учеб. / М.Е. Певзнер, М.А. Иофис, В.Н. Попов. – Электрон. дан. – Москва : Горная книга, 2008. – 438 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3289>.
2. Макаров, А.Б. Практическая геомеханика (пособие для горных инженеров) [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва : Горная книга, 2006. – 391 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3290>.
3. Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : монография / Ф.М. Митенков [и др.]. – Электрон. дан. – Москва : Физматлит, 2015. – 284 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71993>.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Прикладная информатика. Моделирование физических процессов в горном деле. [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Д.А. Потемкин, О.В. Трушко СПб, 2017. 160с.
Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>.
2. Моделирование физических процессов в горном деле. [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Д.А. Потемкин, О.В. Трушко. СПб, 2018. 27с.
Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>.

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
7. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
9. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>.
10. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
11. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
12. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
13. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
14. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр №1).

Основная лекционная аудитория включает 56 посадочных мест и имеет:

Мебель и оборудование: стойка мобильная – 1 шт, стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт, плакат в рамке настенный – 5 шт.

Компьютерная техника: мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура источник бесперебойного питания – 1 шт, экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт, (возможность доступа к сети «Интернет»).

Лицензионное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Professional Plus. Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 Corel DRAW Graphics Suite X5. Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения». Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766Н1

Аудитории для проведения лабораторных занятий (Учебный центр № 1).

Аудитория на 16 посадочных мест.

Мебель и оборудование: 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.;

Лицензионное обеспечение: 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: 766Н1 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). MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения" Договор №1135-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения"). Surfer (ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения").

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

Аудитория на 10 посадочных мест.

Мебель и оборудование: 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.

Лицензионное обеспечение: 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). MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения" Договор №1135-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения"). Surfer (ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения").

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

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

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011. Microsoft Office 2007 Professional Plus. Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 Corel DRAW 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.

2. ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 г.

3. ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 г. Программный комплекс «TestExpert».

4. 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. Corel DRAW 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).

5. MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения" Договор №1135-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения").

6. Surfer (ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения").