

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
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	08.04.01 Строительство
Направленность (профиль):	Проектирование строительства и реконструкции зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения
Квалификация выпускника:	магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	Доцент Беляков Н.А.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Численные методы расчета строительных конструкций» разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению 08.04.01 «Строительство», утвержденного приказом Минобрнауки России № 482 «31» мая 2017 г.;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство», направленность (профиль) «Проектирование строительства и реконструкции зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения».

Составитель _____ к.т.н., доц. Н.А. Беляков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры строительства горных предприятий и подземных сооружений от «26» января 2021 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой СГП и ПС _____ 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 «Численные методы расчета строительных конструкций» – изучение основ численных методов, наиболее востребованных в настоящее время в расчётах строительных конструкций, их алгоритмов и схем реализаций.

Основными задачами дисциплины «Численные методы расчета строительных конструкций» являются:

- решение численными методами алгебраических уравнений большой размерности;
- численное интегрирование систем дифференциальных уравнений и решение краевых задач;
- вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ.

В результате изучения дисциплины магистрант должен овладеть научными приёмами решения широкого класса задач статического и динамического расчета типичных, широко распространённых элементов строительных сооружений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Численные методы расчета строительных конструкций» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, направленность (профиль) **«Ошибка! Источник ссылки не найден.»** и изучается в 1 семестре.

Дисциплина «Численные методы расчета строительных конструкций» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Информационное моделирование при проектировании зданий и сооружений», «Проектирование оснований и фундаментов в сложных инженерно-геологических и градостроительных условиях», «Проектирование сооружений при освоении подземного пространства», «Металлические конструкции зданий и инженерных сооружений», «Проектирование железобетонных пространственных покрытий и инженерных сооружений».

Особенностью дисциплины является комплексное теоретическое и практическое обучение современным численным методам решения задач строительной механики, необходимость в которых возникает при разработке подавляющего большинства проектных решений зданий и сооружений на современном уровне.

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

Процесс изучения дисциплины «Численные методы расчета строительных конструкций» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1	ОПК-1.1. Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление ОПК-1.2. Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий ОПК-1.3. Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.4. Применение типовых задач теории опти-

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		мизации в профессиональной деятельности
ОПК-2. Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий	ОПК-2	ОПК-2.1. Сбор и систематизация научно-технической информации о рассматриваемом объекте, в т.ч. с использованием информационных технологий ОПК-2.2. Оценка достоверности научно-технической информации о рассматриваемом объекте ОПК-2.3. Использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности ОПК-2.4. Использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

Виды учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		1
Аудиторные занятия, в том числе:	78	78
Лекции	26	26
Практические занятия	52	52
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	66	66
Выполнение курсовой работы	20	20
Подготовка к практическим занятиям	40	40
Подготовка к экзамену	6	6
Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)	Э(36)	Э(36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак. час.	180
	зач. ед.	5

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий			
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа
1.	Раздел 1. Сложное напряженно-деформированное состояние строительных конструкций	28	8	10	10
2.	Раздел 2. Краевая задача в строительной механике	24	4	10	10
4.	Раздел 3. Метод конечных разностей	26	6	10	10
5.	Раздел 4. Метод конечных элементов	66	8	22	36

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практиче- ские занятия	Самостоя- тельная ра- бота студен- та, в том числе куро- вая работа	
	Итого:	144	26	52	66	

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ём- кость в ак. ча- сах
1.	Раздел 1. Сложное напряженно-деформированное состояние строительных конструкций	Понятия внешних и внутренних сил в механике сплошной среды. Понятия «напряжение» и «напряженное состояние в точке твердого деформируемого тела и в изучаемом объеме твердого деформируемого тела. Аналитический и графические способы описания напряженного состояния в точке твердого деформируемого тела. Понятие «тензор напряжений». Понятия «деформация» и «деформированное состояние в точке твердого деформируемого тела. Аналитический способ описания деформированного состояния твердого деформируемого тела. Понятие «тензор деформаций». Геометрические соотношения Коши. Уравнения совместности деформаций. Уравнения статического и динамического равновесия. Физические уравнения среды.	8
2.	Раздел 2. Краевая задача в строительной механике	Понятие краевой задачи применительно к задачам строительной механики. Способы получения разрешающей системы дифференциальных уравнений для задач строительной механики. Пример вывода разрешающего дифференциального уравнения задачи слабого изгиба пластины (уравнения Софи Жермен). Общая классификация численных методов решения задач строительной механики.	4
3.	Раздел 3. Метод конечных разностей	Сущность метода конечных разностей (метода сеток) для решения краевых задач строительной механики. Пример реализации метода конечных разностей для решения уравнения Софи Жермен.	6
4.	Раздел 4. Метод конечных элементов	Сущность вариационных методов для решения краевых задач строительной механики. Вариационный принцип Лагранжа. Метод конечных элементов. Принцип виртуальных перемещений. Вывод матрицы жесткости элемента. Матрица жесткости системы.	8
Итого			26

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Расчет напряженно-деформированного состояния балки и пластины методом конечных элементов	10
2.	Раздел 2	Статический расчет конструкции стального перекрытия здания промышленного типа методом конечных элементов	10
3.	Раздел 3	Расчет напряженно-деформированного состояния пластины методом конечных разностей	10
4.	Раздел 4	Статический расчет железобетонной полый плиты перекрытия с предварительно напряженной арматурой методом конечных элементов.	6
5.	Раздел 4	Статический расчет стальных и железобетонных колонн на устойчивость с применением метода конечных элементов.	6
6.	Раздел 4	Динамический расчет железобетонной опоры ЛЭП на сейсмическое воздействие от землетрясения методом конечных элементов.	10
Итого:			52

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовая работа

№ п/п	Тематика курсовой работы
1	Статический и динамический расчеты конструкции здания промышленного типа с применением метода конечных элементов

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 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 (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 актив-

ного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска. Курсовая работа формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

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. Сложное напряженно-деформированное состояние строительных конструкций

1. Что такое «твердое деформируемое тело (ТДТ)»?
2. Чем занимается механика сплошных сред?
3. В чем заключается понятие «континуальности» механики сплошных сред?
4. Как задается напряжённое состояние в точке ТДТ?
5. Как задается деформированное состояние в точке ТДТ?
6. Дайте определение «элементарного объема» в механике твердого деформируемого тела.
7. Что формулируют условия равновесия элементарного объема?
8. Исходя из каких соображений выводятся уравнения равновесия элементарного объема?
9. Что формулируют геометрические уравнения Коши?
10. В чем состоит отличие геометрически линейной постановки геометрических уравнений от геометрически нелинейных?
11. Исходя из каких соображений выводятся геометрические уравнения Коши?
12. Каким образом геометрические уравнения Коши преобразовываются к виду уравнений совместности деформаций?
13. В чем заключается физический смысл уравнений совместности деформаций?
14. Для чего необходимы физические уравнения в механике сплошных сред?
15. В чем состоит отличие физически линейной среды от физически нелинейной?
16. Каким образом записываются физические уравнения среды в рамках линейной теории упругости?
17. Какие основные деформационные константы описывают поведение изотропной линейно-упругой среды в рамках закона Гука?
18. Каким образом записываются физические уравнения среды в рамках деформационной теории пластичности?
19. Какие основные деформационные константы описывают поведение изотропной среды в рамках деформационной теории пластичности (закон Генки-Илюшина)?
20. Каким образом записываются физические уравнения среды в рамках теории пластического течения?
21. Какие основные деформационные константы описывают поведение изотропной среды в рамках теории пластического течения?

Раздел 2. Краевая задача в строительной механике

1. Дайте определение краевой задаче.
2. В чем заключается сущность краевой задачи строительной механики?
3. Какие задачи расчета строительных конструкций можно отнести к классу краевых?
4. Какие напряжения и усилия в пластинах называют «мембранными» или «цепными»?
5. Как формулируются гипотезы Кирхгофа-Лява для пластин?

6. Какой изгиб пластины будет считаться слабым?
7. Почему при расчете пластин при слабом изгибе достаточно оставаться в диапазоне геометрически линейной постановки задачи?
8. В чем заключаются основные противоречия, возникающие при использовании гипотез Кирхгофа-Лява?
9. В какой последовательности происходит вывод основных зависимостей, связывающих напряжения в пластине при слабом изгибе с параметрами перемещений ее точек?
10. Выполните построение схемы распределения основных компонент напряжений на гранях элементарного объема пластины.
11. Каковы законы распределения основных компонент напряжений в пластине при слабом изгибе?
12. Какие основные интегральные силовые характеристики существуют в теории пластин?
13. В чем заключается физический смысл цилиндрической жесткости пластины?
14. В чем заключается физический смысл уравнения Софи Жермен?
15. При решении задачи слабого изгиба сколько необходимо задать независимых граничных условий для формулирования условий Кирхгофа?
16. Какие существуют численные методы для приближенного решения краевых задач?

Раздел 3. Метод конечных разностей

1. Дайте определение узла в МКР?
2. Какие бывают разновидности узлов в МКР?
3. Каким образом определяется граница расчетной области в рамках МКР?
4. Приведите общий вид оператора для расчета прогибов в узле при решении задачи слабого изгиба пластины с применением МКР.
5. Приведите общий вид оператора для расчета изгибающих моментов в узле при решении задачи слабого изгиба пластины с применением МКР.
6. Каким образом получают разрешающую систему линейных уравнений методом конечных разностей?

Раздел 4. Метод конечных элементов

1. Дайте определение функционала?
2. Что такое вариация функционала?
3. В чем заключается сущность метода конечных элементов?
4. Дайте определение конечному элементу в МКЭ.
5. Что называется узлом в МКЭ?
6. Какие существуют основные классификационные схемы конечных элементов?
7. Как реализуется кинематическая связь конечных элементов в МКЭ?
8. Что называется виртуальным перемещением?
9. Как используется принцип виртуальных перемещений при выводе матрицы жесткости элемента?
10. В чем заключается физический смысл матрицы жесткости элемента?
11. В чем заключается физический смысл матрицы жесткости системы?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Основные соотношения механики ТДТ. Напряженное и деформированное состояние.
2. Основные соотношения механики ТДТ. Геометрические уравнения (уравнения Коши) и уравнения совместности деформаций (тождественные соотношения Сен-Венана).
3. Основные соотношения механики ТДТ. Уравнения равновесия.

4. Основные соотношения механики ТДТ. Краевые (граничные) условия.
5. Основные соотношения механики ТДТ. Физические уравнения теории упругости.
6. Основные соотношения механики ТДТ. Физические уравнения деформационной теории пластичности.
7. Какие способы получения разрешающих систем дифференциальных уравнений краевой задачи теории упругости существуют?
8. Каким образом при решении краевой задачи получают систему дифференциальных уравнений Ламэ?
9. Какой физический смысл системы дифференциальных уравнений Ламэ?
10. Каким образом при решении краевой задачи получают систему дифференциальных уравнений Бельтрами-Митчелла?
11. Какой физический смысл системы дифференциальных уравнений Бельтрами-Митчелла?
12. Какие дифференциальные зависимости связывают интегральные силовые характеристики с параметрами перемещений точек пластины?
13. Каким образом формулируется уравнение равновесия при слабом изгибе пластины?
14. Выведите уравнение Софи Жермен (разрешающее дифференциально уравнение слабого изгиба пластины).
15. В чем заключается сущность методов минимизации невязки?
16. Что называется базисными функциями при решении краевых задач методами минимизации невязки?
17. Каким образом получают разрешающую систему линейных уравнений в методе коллокаций?
18. В чем заключается сущность метода Бубнова-Галёркина?
19. Какое условие минимизации невязки используется в методе Бубнова-Галёркина?
20. Каким образом получается разрешающая система линейных уравнений в методе Бубнова-Галёркина?
21. В чем заключается сущность метода Власова-Канторовича?
22. В чем заключается сущность метода конечных разностей (метода сеток) применительно к решению краевых задач строительной механики?
23. Выведите конечно-разностные эквиваленты геометрических соотношений Коши.
24. В чем заключается вариационный принцип Лагранжа?
25. Как найти потенциальную энергию деформирования твёрдого деформируемого тела?
26. Как найти работу внешних сил по деформированию твёрдого деформируемого тела?
27. В чем сущность метода Ритца применительно к расчету строительных конструкций?
28. В чем заключается сущность всех вариационных методов решения краевых задач строительной механики?
29. В чем заключается принцип виртуальных перемещений?
30. Выведите матрицу жесткости конечного элемента.
31. Каким образом осуществляется «сборка» матрицы жесткости системы?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	При выполнении расчетов строительных конструкций на сейсмическое воздействие с применением метода конечных элементов необходимо выполнить расчет собственных частот колебаний конструкции. Для чего это нужно?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для расчета критических частот колебаний конструкции. 2. Для расчета склонности конструкции к раскачке. 3. Для определения параметров демпфирования конструкции. 4. Для определения сейсмостойкости конструкции.
2.	При выполнении динамического расчета конструкции на сейсмическое воздействие от землетрясения используют натурные или синтезированные акселерограммы или велосиграммы. Что они описывают?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распределение амплитуд колебаний по частотам. 2. Графические зависимости ускорения или скоростей частиц грунта. 3. Графические зависимости перемещений частиц грунта. 4. Зависимость амплитуды колебаний от времени.
3.	Уравнения Бельтрами-Митчелла являются разрешающей системой дифференциальных уравнений задачи теории упругости и представляют собой:	<ol style="list-style-type: none"> 1. уравнения совместности деформаций, выраженные в напряжениях и дополненные уравнениями равновесия. 2. уравнения равновесия, выраженные в перемещениях. 3. геометрические соотношения Коши, выраженные в напряжениях. 4. краевые условия, выраженные в перемещениях.
4.	Реализация метода конечных разностей для плоской задачи строительной механики получила название:	<ol style="list-style-type: none"> 1. метод коллокаций. 2. метод сеток. 3. метод Бубнова-Галеркина. 4. метод Власова-Канторовича.
5.	Функционал – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. функция нескольких переменных. 2. сложная функция. 3. функция, вид которой зависит от другой функции. 4. первообразная функции нескольких переменных.
6.	В методе конечных разностей сеточная область – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. множество узлов, расположенных в рассматриваемой области. 2. множество граничных узлов. 3. область, на которую нанесена конечно-разностная сетка. 4. множество внутренних узлов, расположенных в рассматриваемой области.
7.	В МКЭ чем обуславливается выбор типа конечного элемента для решения задачи?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Быстродействием ЭВМ. 2. Размерностью решаемой задачи (количеством степеней свободы) и требуемой точностью решения. 3. Граничными условиями задачи. 4. Выбор производится свободно и не влияет на конечный результат расчета.
8.	Среди основных недостатков решений, получаемых с применением численных методов, в сравнении со строгими аналитическими решениями в том числе выделяют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недостаточную точность. 2. Низкую трудозатратность. 3. Неуниверсальность получаемых решений. 4. Малую эффективность применительно к задачам строительной механики.

№	Вопросы	Варианты ответов
9.	К какой группе численных методов относится метод конечных элементов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы минимизации невязки. 2. Вариационные методы. 3. Методы сведения многомерных задач к одномерным. 4. Методы разделения переменных.
10.	Основное отличие метода Власова-Канторовича от метода Бубнова-Галеркина заключается в:	<ol style="list-style-type: none"> 1. использовании разных вариационных принципов. 2. различных способах дискретизации расчетной области. 3. различном представлении базисных функций. 4. разных подходах к решению составленных систем линейных уравнений.
11.	Согласно методу Ритца краевую задачу строительной механики можно свести к:	<ol style="list-style-type: none"> 1. решению системы линейных уравнений. 2. решению разрешающей системы дифференциальных уравнений. 3. задаче исследования на экстремумы функционала (потенциальной энергии системы). 4. задаче определения компонент тензоров напряжений и деформаций как функций от координат.
12.	В МКЭ напряжения в плоском треугольном элементе возникают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. по сторонам элемента. 2. перпендикулярно сторонам элемента. 3. в пределах внутренней области элемента. 4. в узлах элемента.
13.	В МКЭ принцип виртуальных перемещений применяется для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. установления зависимости между напряжениями внутри элемента и узловыми силами. 2. установления зависимости между напряжениями внутри элемента и узловыми перемещениями. 3. установления связи между узловыми силами и узловыми деформациями. 4. нахождения компонентов узловых сил и узловых перемещений.
14.	Ограничивается ли в МКЭ количество элементов в расчетной схеме?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ограничивается и определяется желаемой точностью результатов. 2. Ограничивается до 100 элементов. 3. Не ограничивается. 4. Ограничивается в зависимости от граничных условий.
15.	В МКЭ под "узлами" подразумеваются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. места сгущения сетки конечных элементов. 2. места с максимальными значениями напряжений. 3. вершины элементов. 4. вершины элементов, в которых приложены сосредоточенные силы.
16.	Как организовано взаимодействие элементов в МКЭ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Осуществляется в узлах элементов. 2. Элементы взаимодействуют с помощью узловых сил. 3. Осуществляется по граням элементов. 4. С помощью задания граничных условий.

№	Вопросы	Варианты ответов
17.	В МКЭ порядок элемента это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. местоположение элемента в конечно-элементной сетке рассматриваемой задачи. 2. количество узлов элемента. 3. порядок многочлена, описывающего распределение неизвестных в пределах элемента. 4. количество уравнений, описывающих распределение неизвестных в пределах элемента.
18.	Выберите конечные элементы второго порядка из приведенных.	<ol style="list-style-type: none"> 1.  2.  3.  4. 
19.	Укажите область применения двумерных треугольных конечных элементов:	<ol style="list-style-type: none"> 1. нет ограничений по применению. 2. пространственные задачи. 3. расчет стержневых конструкций. 4. плоские задачи.
20.	Элемент получил деформации если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. во всех узлах элемента произошли перемещения. 2. во всех узлах элемента произошли разные перемещения. 3. элемент потерял первоначальную форму. 4. во всех узлах элемента произошли равные перемещения.

Вариант 2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Определите понятие "виртуальные перемещения".	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перемещения точки, допускаемые системой наложенных связей. 2. Перемещения точки, допускаемые системой граничных условий. 3. Множество возможных перемещений точки. 4. Перемещения, происходящие под воздействием наложенных усилий.
2.	Сущность принципа виртуальных перемещений выражается следующим образом (A – работа; U – перемещение; X – сила; ϵ – линейная деформация):	<ol style="list-style-type: none"> 1. $U_{\text{внеш}} = U_{\text{внутр}}$. 2. $X_{\text{внеш}} = X_{\text{внутр}}$. 3. $A_{\text{внеш}} = A_{\text{внутр}}$. 4. $\epsilon_{\text{внеш}} = \epsilon_{\text{внутр}}$.
3.	Эквивалентные напряжения Мизеса — это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. наименьшие главные напряжения. 2. абсолютные максимальные значения главных напряжений. 3. наибольшие главные напряжения. 4. гидростатические напряжения.
4.	В чем заключается понятие «континуальности» механики сплошных сред?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В неразрывности функций распределения напряжений и деформаций внутри исследуемого объема. 2. В невозможности формирования неупругих деформаций. 3. В отсутствии неоднородностей внутри исследуемого объема. 4. В невозможности разрушения среды.

№	Вопросы	Варианты ответов
5.	Исходя из каких соображений выводятся уравнения равновесия элементарного объема?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Исходя из отсутствия его деформаций. 2. Исходя из нулевого изменения объема элементарного объема. 3. Исходя из малости приращений компонент тензора напряжений по длине элементарного объема. 4. Исходя из линейного характера деформирования среды.
6.	В чем состоит отличие физически линейной среды от физически нелинейной?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В возможности формирования необратимых деформаций. 2. В невозможности проявления реологических свойств. 3. В сложности определения деформационных свойств. 4. В нелинейном характере зависимости между компонентами напряжений и деформаций.
7.	Для чего вводятся гипотезы Кирхгофа-Лява в теории пластин?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для упрощения общего вида уравнений разрешающей системы и процесса их вывода. 2. Для упрощения постановки краевых условий. 3. Для получения геометрически линейного решения задачи об изгибе пластины. 4. Для введения зависимости между прогибом пластины и ее напряженным состоянием.
8.	Параметры напряженно-деформированного состояния пластины однозначно определяются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. соответствующими параметрами на ее гранях. 2. соответствующими параметрами ее срединной плоскости. 3. соответствующими параметрами на опорах пластины. 4. колебаниями пластины.
9.	Моделью пластины можно описать поведение таких строительных конструкций как:	<ol style="list-style-type: none"> 1. колонны. 2. опорные балки. 3. фундаментные блоки. 4. плиты перекрытий.
10.	Вариационные методы названы так, потому что:	<ol style="list-style-type: none"> 1. используют вариационные принципы. 2. изучают множество вариантов деформирования системы. 3. обладают широкой областью применения. 4. дают не одно приближенное решение, а их множество.
11.	Вариационные методы построены на:	<ol style="list-style-type: none"> 1. дискретизации расчетной области. 2. изучении поведения среды в рамках элементарного объема. 3. применении теории функционалов. 4. представлении расчетной области в виде отдельных подобластей.
12.	«Из всего множества вариантов состояния системы равновесным будет то, у которого вариация потенциальной энергии будет минимальной» — это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. вариационный принцип Кастильяно. 2. вариационный принцип Лагранжа. 3. вариационный принцип Остроградского. 4. гипотеза Сен Венана.
13.	В рамках задач строительной механики в качестве функционала напряженно-деформированного состояния выступает(-ют):	<ol style="list-style-type: none"> 1. потенциальная энергия системы. 2. напряженное состояние. 3. деформированное состояние. 4. статические эквиваленты напряжений.

№	Вопросы	Варианты ответов
14.	Метод конечных разностей базируется на:	<ol style="list-style-type: none"> 1. представлении искомой функции через набор базисных функций. 2. использовании вариационных принципов. 3. представлении искомой функции нескольких переменных в виде произведения нескольких аппроксимирующих функций одной переменной. 4. приведении дифференциальных уравнений к их конечно-разностным аналогам.
15.	Методы минимизации невязки базируются на:	<ol style="list-style-type: none"> 1. приведении дифференциальных уравнений к их конечно-разностным аналогам. 2. использовании вариационных принципов. 3. представлении искомой функции через набор базисных функций. 4. представлении искомой функции нескольких переменных в виде произведения нескольких аппроксимирующих функций одной переменной.
16.	Необходимость отыскания функции, удовлетворяющей разрешающей системе дифференциальных уравнений во всех точках некоторой области – это формулировка:	<ol style="list-style-type: none"> 1. краевой задачи. 2. задачи строительной механики. 3. задачи отыскания определенного интеграла. 4. задачи отыскания решения дифференциального уравнения.
17.	В методе коллокаций точками коллокации называют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. точки, в которых реализуется взаимодействие подобластей, на которые разбита исследуемая область. 2. точки, в которых заданы граничные условия. 3. произвольно выбранные внутри рассматриваемой области точки, в которых должно выполняться условие обращения невязки в ноль. 4. произвольно выбранные внутри исследуемой области точки.
18.	В методе Бубнова-Галёркина отыскание коэффициентов для базисных функций путем минимизации невязки выполняется исходя из условия:	<ol style="list-style-type: none"> 1. равенства нулю невязки на границах изучаемой области. 2. равенства нулю невязки в точках коллокаций. 3. параллельности функции невязки и базисной функции. 4. ортогональности функции невязки и базисной функции.
19.	В каком случае при выводе свойств плоского треугольного элемента учитывается величина виртуальных перемещений:	<ol style="list-style-type: none"> 1. не учитывается. 2. учитывается, если их величина равна величине реальных перемещений. 3. учитывается, если их величина превышает величину реальных перемещений. 4. учитывается, если их величина меньше величины реальных перемещений.
20.	В каком случае матрицу или тензор называют симметричными относительно главной диагонали (диагонального типа)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Если элементы в матрице или тензоре расположены равномерно относительно главной диагонали. 2. Если элементы в матрице или тензоре расположены симметрично относительно одной из главных диагоналей. 3. Если все элементы в матрице или тензоре по обе стороны главной диагонали равны. 4. Если элементы в матрице или тензоре расположены симметрично относительно главной диагонали.

Вариант 3

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Какое условие должно выполняться при умножении матриц?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрицы должны быть одного ранга с исходной. 2. Матрицы должны иметь равное количество строк. 3. Количество строк одной матрицы должно быть равно количеству столбцов другой. 4. Матрицы должны иметь равное количество столбцов.
2.	В каком из приведенных случаев треугольный конечный элемент первого порядка не получил деформацию (S_i - величина смещения узлов, $i=1, 2, 3 \dots$ - номера узлов)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $S_1 = S_2 = S_3 = S_4$. 2. $S_1 = S_2 = S_3$. 3. $S_1 = S_2 > S_3$. 4. $S_1 < S_2 = S_3$.
3.	Матрица жесткости элемента в МКЭ — это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. матрица внешних нагрузок элемента. 2. матрица узловых координат элемента. 3. матрица геометрических и физико-механических характеристик элемента. 4. матрица, характеризующая механическую жесткость системы.
4.	Матрица жесткости системы в МКЭ служит для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. связи геометрических и физико-механических характеристик элементов системы. 2. связи узловых сил и узловых перемещений системы элементов. 3. связи узловых сил и напряжений в системе элементов. 4. связи перемещений и деформаций в узлах системы конечных элементов.
5.	В МКЭ размер вектора узловых перемещений для плоского элемента зависит от:	<ol style="list-style-type: none"> 1. количества узлов в элементе. 2. количества узловых сил, действующих на элемент. 3. размера вектора узловых сил. 4. количества элементов в системе.
6.	В МКЭ влияет ли количество элементов в элементной сетке на размер матрицы жесткости системы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не влияет, т.к. ее размер зависит от размера матрицы жесткости элемента. 2. Влияет, т.к. ее размер зависит от общего количества узлов элементов и количества типов элементов. 3. Не влияет, т.к. ее размер зависит от количества нагруженных узлов сетки элементов (количества компонентов узловых сил). 4. Не влияет, т.к. ее размер зависит от количества задаваемых материальных сред и, соответственно, от количества задаваемых материальных характеристик.
7.	Как связаны между собой матрица жесткости элемента и матрица жесткости системы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разные названия одной и той же матрицы. 2. Связываются между собой вектором узловых сил системы элементов. 3. Связываются между собой векторами узловых сил и узловых перемещений. 4. Матрица жесткости элемента является составной частью матрицы жесткости системы.
8.	Сколько компонент перемещений имеет узел плоского треугольного элемента?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4. 6.

№	Вопросы	Варианты ответов
9.	Ортогональные функции – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. функции, скалярное произведение которых равно нулю. 2. функции, векторное произведение которых равно нулю. 3. функции, графики которых пересекаются под прямым углом. 4. функции, перпендикулярные к координатным осям.
10.	Статические эквиваленты напряжений – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. деформации. 2. прогиб. 3. перерезывающие и мембранные силы, крутящие и изгибающие моменты. 4. реакции на опорах.
11.	При каком условии изгиб пластины будет считаться слабым?	<ol style="list-style-type: none"> 1. При малых величинах сил, действующих на пластину. 2. При жестком закреплении граней пластины. 3. При малой величине отношения прогиба пластины к ее толщине. 4. При наличии реактивных сил на опорах.
12.	Какое из уравнений (или система уравнений) является разрешающим для задачи слабого изгиба пластины?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнения Кармана. 2. Уравнение Софи Жермен. 3. Уравнения Папковича. 4. Уравнения Сен Венана.
13.	Чем занимается механика сплошных сред как теоретическая основа строительной механики?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучением законов движения материальных точек. 2. Изучением процессов деформирования структуры материалов на микроуровне. 3. Изучением общих закономерностей поведения материи. 4. Изучением законов движения твердых деформируемых тел и флюидов.
14.	Как аналитически задается напряженное состояние в твердом деформируемом теле?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Путем задания тензора напряжений, компоненты которого являются функциями координат точек тела. 2. Определением закона зависимости напряжений и деформаций. 3. Путем задания напряжения, действующего в точке. 4. Путем задания девиатора напряжений, компоненты которого являются функциями координат точек тела.
15.	В пластине функция ее прогиба для случая слабого изгиба должна иметь определённые значения частных производных по меньшей мере до четвертого порядка, это означает, что разрешающее дифференциальное уравнение является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. гармоническим. 2. полигармоническим. 3. негармоническим. 4. бигармоническим.
16.	Тензор напряжений представляет собой:	<ol style="list-style-type: none"> 1. матрицу, содержащую произвольные напряжения. 2. матрицу (многомерный вектор), содержащую результаты разложения напряжений в трех взаимно перпендикулярных площадках. 3. матрицу, содержащую инварианты напряжений. 4. матрицу, содержащую упругие свойства среды.

№	Вопросы	Варианты ответов
17.	В чем отличие "матрицы" от "вектора"?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрица - это таблица элементов, а вектор – число. 2. Матрица может быть вычислена (доведена до числа), а вектор – нет. 3. Матрица - это таблица элементов, а вектор – матрица, состоящая из одного столбца. 4. Матрица - это таблица элементов, а вектор – матрица, состоящая из одной строки.
18.	В чем состоит отличие геометрически линейной постановки геометрических уравнений от геометрически нелинейной?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В нелинейной связи напряжений и деформаций. 2. В невыполнении условий равновесия элементарного объема. 3. В возможности нарушения условия континуальности среды. 4. В наличии дополнительных членов, содержащих вторую производную смещений по координатам.
19.	Для чего необходимы физические уравнения в механике сплошных сред?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для формулировки связи между компонентами тензора напряжений при переходе между гранями элементарного объема. 2. Для формулировки геометрических соотношений. 3. Для определения связи между компонентами тензоров напряжений и деформаций. 4. Для вывода уравнений совместности деформаций.
20.	Каково основное следствие третьей гипотезы Кирхгофа-Лява?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нормальные напряжения, действующие перпендикулярно срединной плоскости пластины пренебрежимо малы. 2. Отсутствие изгибных напряжений. 3. Отсутствие напряжений и сил в тангенциальном направлении. 4. Простой характер изгиба пластины.

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

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
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

6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учебник / Е.А. Волков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/54>. — Загл. с экрана.
2. Лебедев А.В. Численные методы расчета строительных конструкций [Электрон-

ный ресурс]: Учебное пособие/ Лебедев А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 55 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=19055>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

3. Мокрова Н.В. Численные методы в инженерных расчетах [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Мокрова Н.В., Суркова Л.Е.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 91 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=71739>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

4. Вагер Б.Г. Численные методы [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Вагер Б.Г.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 152 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=78584>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

7.1.2. Дополнительная литература

1. Ганджунцев М.И. Нелинейные задачи строительной механики [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Ганджунцев М.И., А.А. Петраков— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017.— 101 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=64535>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

2. Петров В.В. Нелинейная строительная механика. Часть 1. Физическая нелинейность [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Петров В.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=76491>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

3. Петров В.В. Нелинейная строительная механика. Часть 2. Геометрическая нелинейность [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Петров В.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2016.— 152 с.— Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=76492>.— «БИБЛИОКОМПЛЕКТАТОР», по паролю

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Беляков Н.А. Численные методы расчета строительных конструкций: Методические указания к курсовой работе для студентов специальности 08.04.01 [Текст] // Санкт-Петербургский горный университет, СПб., 2018. – Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>.

2. Беляков Н.А. Численные методы расчета строительных конструкций: Методические указания по проведению практических занятий для студентов специальности 08.04.01 [Текст] // Санкт-Петербургский горный университет, СПб., 2018. – Режим доступа: <http://ior.spmi.ru>.

3. Беляков Н.А. Численные методы расчета строительных конструкций: Методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов специальности 08.04.01 [Текст] // Санкт-Петербургский горный университет, СПб., 2018. – 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:

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

Для проведения практических занятий используются компьютерные классы, оборудованные техникой, из расчета один компьютер на одного обучающегося, с обустроенным рабочим местом преподавателя и мультимедийным оборудованием, объединенные локальной сетью и возможностью подключения к сети Интернет.

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

Основная лекционная аудитория включает 36 посадочных мест и имеет:

Мебель:

Стол аудиторный – 18 шт., стол преподавательский – 1 шт., стул – 40 шт., трибуна – 1 шт., шкаф преподавателя ArtM – 1 шт.

Компьютерная техника:

Видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., доска интерактивная Polyvision e90 2610A – 1 шт., источник бесперебойного питания Powerware 5115 750i – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 – 1 шт., компьютер Compair – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720x1 – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 – 1 шт., монитор ЖК «17» Dell – 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST – 1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter – 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., устройство светозащитное – 3 шт., крепление SMS Projector – 1 шт.

Аудитории для проведения практических (Учебный центр №1).

Аудитория 1 (16 посадочных мест):

Мебель:

Стол пристенный – 14 шт., стол аудиторный – 4 шт., стол для компьютера ЛАБ-1200 – 1 шт., стол лабораторный рабочий – 2 шт., стол конференц - 200×100×75– 1 шт., стол SS 16 NF 160×80 – 1 шт., кресло для преподавателя – 1 шт., стул – 40 шт., стеллаж к

пристенному столу 1500*230*1240 – 14 шт., стеллаж закрытый КД-152 – 2 шт., шкаф для лабораторной посуды 800*565*2100 стекл.двери – 1 шт., доска магнитная (фломастер) – 1 шт.

Компьютерная техника:

Системный блок Ramec Storm – 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», монитор ЖК 17// Dell E177FP – 1 шт., колонки Creative I-Trigue L3800 – 1 шт., экран проекционный настенный – 1 шт., экран с пультом настенный выдвижной Draper с ИК пультом управления с электроприводом – 1 шт., доска под маркер мобильная флип-чарт 90*120 – 1 шт., устройство светозащитное – 2 шт.

Аудитория 2 (16 посадочных мест):

Мебель:

Стол преподавательский – 8 шт., стол – 1 шт., стол пристенный – 6 шт., кресло для преподавателя – 1 шт., стул – 16 шт., стеллаж закрытый КД-152 – 2 шт., доска магнитная 100*200 (фломастер) – 1 шт., стеллаж к пристенному столу 1500*230*1240 – 6 шт., устройство светозащитное – 2 шт.

Компьютерная техника:

Экран для проектора тип 2 Screen Media Economy – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр 1)

Мебель и оборудование:

- аудитория на 108 посадочных мест: стол преподавательский (350×60×72) – 1 шт., трибуна (93×60×120) – 1 шт., стол (240×50×60) – 6 шт., доска учебная – 2 шт., парта – 48 шт., стул офисный – 15 шт.;

- аудитория для практических занятий на 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.

- аудитория для практических занятий на 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 и оборудование:

- аудитория для лекционных занятий: мультимедиа проектор Mitsubishi XD700U; экран LIGRA 452984 CINEDOMUS, 200×168/190×143/94", MW; подвеска для проектора; монитор 3М 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);

- аудитория для практических занятий на 10 посадочных мест: 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.

- аудитория для практических занятий на 16 посадочных мест: 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 программное обеспечение:

- 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 ; Infrastructure Design Suite Ultimate 2017: AutoCAD (Договор № 110001021779 от 17.08.2015) на 125 рабочих мест; SOFiSTiK 2082-005 Loc S.N.: 3-3365725 договор 04-16/И-006 от 26.01.2016 – бессрочный Infrastructure Design Suite Ultimate 2017; Infrastructure Design Suite Ultimate 2017: Revit (Договор № 110001021779 от 17.08.2015 до 2019) на 125 рабочих мест; Infrastructure Design Suite Ultimate 2017: Robot Structural Analysis Professional (Договор № 110001021779 от 17.08.2015 до 2019) на 125 рабочих мест; Ing+ 2012. 766Н1Лицензия № 8758 договор Д150(44)-06/17 от 29.06.2017 - бессрочный.

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Перечень лицензионного программного обеспечения: Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 7 Professional.
2. Microsoft Windows 8 Professional.
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus