

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о документе
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 29.03.2024 09:43:06
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Председатель КСН

С.П. Санников
«17» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины:	Численные методы и моделирование работы строительных конструкций. Программно-вычислительные средства для расчёта и проектирования зданий и сооружений
направление подготовки:	08.04.01 Строительство
Направленность (профиль):	Цифровое строительство
форма обучения:	очная

Рабочая программа разработана в соответствии с утверждённым учебным планом от 08.06.2020 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, направленность (профиль) Цифровое строительство к результатам освоения дисциплины «Численные методы и моделирование работы строительных конструкций. Программно-вычислительные средства для расчёта и проектирования зданий и сооружений».

Рабочая программа рассмотрена на заседании базовой кафедры АО «Мостострой-11»

Протокол № 11 от «15» 06 2020 г.

И.о. заведующего базовой кафедрой
АО Мостострой-11



Н. Л. Бреус

СОГЛАСОВАНО

И.о. заведующего базовой кафедрой
АО Мостострой-11
«17» 06 2020 г.



Н. Л. Бреус

Рабочую программу разработали:

А. А. Ключкин, доцент базовой кафедрой АО
«Мостострой-11», к.т.н.



1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

Целью преподавания дисциплины «Численные методы и моделирование работы строительных конструкций для расчёта и проектирования зданий и сооружений» является формирование у студентов профессиональных знаний и навыков в области моделирования и анализа работы несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

Задачи дисциплины:

- усвоить задачи рабочего проектирования строительных конструкций;
- освоить технологии моделирования строительных конструкций;
- усвоить процедуры выбора математических моделей работы конструкций и подбора их параметров;
- познакомиться с понятием оптимального проектирования конструкций;
- освоить процедуры построения расчётных схем строительных конструкций;
- освоить процедуры реализации расчёта конструкций в BIM-системах;
- научиться работать с программами и программными комплексами моделирования и расчёта конструкций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина входит в Блок 1. Дисциплины (Модули) части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание: теоретических основ метода конечных элементов и его возможностей для определения прочностных, вибрационных и технологических качеств конструкций объектов; основ построения расчетных моделей; программного обеспечения, используемого для выполнения расчетов.

- умение: использовать навыки построения конечно-элементных моделей и работы с программными комплексами для исследования прочностных, вибрационных и технологических качеств конструкций объектов.

- владение: навыками практического применения метода конечных элементов для расчета элементов конструкций, стержневых, балочных и пластинчатых, а также самих конструкций; навыками создания расчетных 3-D моделей конструкций корпуса, построенных с использованием метода конечных элементов.

Содержание дисциплины служит основой для освоения блока Б2 «Практики», а также блока «Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР».

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПКС-1 Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектные работы в сфере строительства и проектирования искусственных сооружений	ПКС-1.1. Оценка исходной информации для планирования работ по проектированию транспортных сооружений	Знать (З1): порядок оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортного сооружения. Уметь (У1): оценивать исходную информацию для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений.

		Владеть (В1): навыками оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений.
ПКС-2 Способность осуществлять и контролировать выполнение обоснования проектных решений транспортных сооружений	ПКС-2.1. Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения для транспортных сооружений, составление расчетной схемы	Знать (З2): порядок выбора метода и методики выполнения расчетного обоснования проектного решения для транспортных сооружений, составление расчетной схемы Уметь (У2): выбирать метод и методику выполнения расчетного обоснования проектного решения для транспортных сооружений, составление расчетной схемы Владеть (В2): навыками выбора метода и методики выполнения расчетного обоснования проектного решения для транспортных сооружений, составление расчетной схемы
	ПКС-2.2. Выполнение расчетного обоснования проектного решения для транспортных сооружений и документирование его результатов	Знать (З3): порядок выполнения расчетного обоснования проектного решения для транспортных сооружений и документирование его результатов Уметь (У3): выполнять расчетное обоснование проектного решения для транспортных сооружений и документирование его результатов Владеть (В3): методами выполнения расчетного обоснования проектного решения для транспортных сооружений и документирования его результатов
	ПКС-2.3. Оценка соответствия результатов расчетного обоснования строительства транспортных сооружений требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования	Знать (З4): порядок оценки соответствия результатов расчетного обоснования строительства транспортных сооружений требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования Уметь (У4): оценивать соответствие результатов расчетного обоснования строительства транспортных сооружений требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования Владеть (В4): навыками оценки соответствия результатов расчетного обоснования строительства транспортных сооружений требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования
ПКС-7 Способность выполнять и организовывать научные исследования для объектов транспортного строительства	ПКС-7.1. Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере транспортного строительства	Знать (З5): способы формулирования целей постановки задач исследования напряженно-деформированного состояния конструкций Уметь (У5): структурировать и формулировать цели и задачи, связанные с изучением напряженно-

		деформированного состояния конструкций Владеть (В5): инструментами формулирования целей и задач, связанных с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций
	ПКС-7.2. Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства	Знать (З6): методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства Уметь (У6): использовать методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства Владеть (В6): инструментами проведения исследований в сфере транспортного строительства
	ПКС-7.3. Составление технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства	Знать (З7): Основы составления технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства Уметь (У7): составлять технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства Владеть (В7): Способами верификации составленного технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства
	ПКС-7.4. Разработка математических моделей исследуемых объектов	Знать (З8): Численные методы моделирования и разработки математических моделей исследуемых объектов Уметь (У8): применять аппарат математического и численного моделирования исследуемых объектов Владеть (В8): Основами работы в программно-вычислительных комплексах, связанных с численными и математическими методами расчета исследуемых объектов
	ПКС-7.5. Проведение математического моделирования объектов транспортного строительства в соответствии с его методикой	Знать (З9): Порядок проведения математического моделирования объектов транспортного строительства в соответствии с его методикой Уметь (У9): проводить математическое и численное моделирование исследуемых объектов транспортного и гражданского строительства в соответствии с его методикой Владеть (В9): инструментами проведения математического и численного моделирования исследуемых объектов транспортного и гражданского строительства в соответствии с его методикой
	ПКС-7.6. Обработка и систематизация результатов исследования, описывающих поведение	Знать (З10): ведение отчетности по результатам исследований изучаемого объекта

	исследуемого объекта	Уметь (У10): составлять отчетность по результатам исследований изучаемого объекта Владеть (В10): навыками формулирования выводов и заключений по результатам исследований изучаемого объекта
	ПКС-7.7. Представление и защита результатов проведенных научных исследований, подготовка публикаций на основе принципов научной этики	Знать (З11): правила и порядок оформления презентаций результатов научно-исследовательской работы Уметь (У11): оформлять презентации по результатам научно-исследовательской работы Владеть (В11): навыками выступлений и защиты результатов научно-исследовательской работы

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет **8** зачётных единиц, **288** часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1 семестр						
Очная	1/1	16	-	46	82	Экзамен, курсовая работа
2 семестр						
Очная	1/2	16	-	46	82	Экзамен, курсовой проект

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1 семестр									
1	1	Экспериментальные модели работы конструкций	8	-	22	22	52	ПКС-1.1 ПКС-2.1-2.3 ПКС-7.1-7.7	Эссе. Вопросы к письменному опросу
2	2	Метод конечных элементов и моделирование строительных конструкций	8	-	24	24	56	ПКС-1.1 ПКС-2.1-2.3 ПКС-7.1-7.7	Разработка и защита курсовой работы

3		Экзамен	-	-	-	36	36	ПКС-1.1 ПКС-2.1-2.3 ПКС-7.1-7.7	Вопросы к экзамену
Итого:			16	-	46	82	144		
2 семестр									
4	3	Программные комплексы моделирования и расчёта конструкций	16	-	46	46	108	ПКС-1.1 ПКС-2.1-2.3 ПКС-7.1-7.7	Вопросы к письменному опросу Разработка и защита курсового проекта
5		Экзамен	-	-	-	36	36	ПКС-1.1 ПКС-2.1-2.3 ПКС-7.1-7.7	Вопросы к экзамену
Итого:			16	-	46	82	144		
ВСЕГО:			32	-	92	164	288		

заочная форма обучения (ЗФО)

не реализуется.

очно-заочная форма обучения (ОЗФО)

не реализуется.

5.2. Содержание дисциплины

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы)

Раздел 1. «Экспериментальные модели работы конструкций»

Понятие эксперимента. Сущность эксперимента. Необходимые составные части инженерного эксперимента. Общность методов экспериментального исследования. Случайные факторы и их отсеивание. Понятие планирования эксперимента. Математическое ожидание. Доверительный интервал. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент. Математическая модель. Метод наименьших квадратов. Процедура оценки параметров математической модели. Процедура оценки качества математической модели.

Раздел 2. «Метод конечных элементов и моделирование строительных конструкций»

Основная идея метода конечных элементов. Условия в пределах конечного элемента. Определение матрицы жёсткости элемента. Определение приведённой внешней нагрузки. Формирование разрешающей системы линейных уравнений. Особенности и проблемы применения метода конечных элементов.

Процедура дискретизации стержневой системы. по МКЭ. Число степеней свободы узлов плоской шарнирно-стержневой системы. Требования, которым должен отвечать конечный элемент стержня. Типы конечных элементов, использующихся при расчёте плоской стержневой системы. Типы конечных элементов, использующихся при расчёте пластин, оболочек, массивных тел. Местная и общая системы координат в МКЭ. Матрица направляющих косинусов. Построение матрицы жёсткости стержня в местной системе координат. Смысл элементов матрицы жёсткости. Перевод матрицы жёсткости из местной системы координат в общую систему. Перевод матрицы жёсткости из общей в местную систему координат. Вектор узловых нагрузок. Учёт опорных связей. Оптимальная нумерация узлов. Решение системы уравнений метода конечных элементов. Проверка результатов расчёта в МКЭ. Условия улучшения точности расчёта в МКЭ.

Раздел 3. «Программные комплексы моделирования и расчёта конструкций»

Обзор программ и программных комплексов расчёта конструкций и сооружений.

Программы для расчёта несущих конструкций: ПК ЛИРА Софт и ЛИРА-САПР, ПК SCAD Office, Мономах, Калипсо, ПК STARK-ES, MicroFe, ПК ФОК Софт, Robot Millennium, МАЭСТРО,

SOFiSTiK AG, комплексные решения от GRAITEC, комплексные решения от ООО СтройЭкспертиза, NormCAD.

Программы для расчёта оснований и фундаментов: ФОК-ПК, ФОК-ПК Ленточные фундаменты, Фундамент ООО СтройЭкспертиза.

Универсальные программные комплексы: ANSYS, Nastran, Cosmos.

Применение ПК расчёта конструкций на практике на примере ПК Лира: Формирование рабочей среды в программе Лира. Расчёт основных несущих элементов МК (балки, стойки, фермы) Работа с документатором для создания альбома исходных данных и результатов расчёта. Расчёт поперечной рамы стального каркаса. Моделирование и расчёт пространственных металлических конструкций. Подбор сечений элементов и конструирование узлов. Расчёт конструкций с использованием РСН и РСУ. Задачи устойчивости, динамики. Применение режима «Монтаж» в конструктивно нелинейных системах.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ЗФО	
1 семестр					
1	1	2	-	-	Понятие эксперимента. Сущность эксперимента. Необходимые составные части инженерного эксперимента. Общность методов экспериментального исследования.
2		2	-	-	Случайные факторы и их отсев. Понятие планирования эксперимента. Математическое ожидание. Доверительный интервал. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент.
3		2	-	-	Математическая модель. Метод наименьших квадратов.
4		2	-	-	Процедура оценки параметров математической модели. Процедура оценки качества математической модели.
5	2	2	-	-	Основная идея метода конечных элементов. Условия в пределах конечного элемента. Определение матрицы жёсткости элемента. Определение приведённой внешней нагрузки. Формирование разрешающей системы линейных уравнений. Особенности и проблемы применения метода конечных элементов.
6		2	-	-	Процедура дискретизации стержневой системы. по МКЭ. Число степеней свободы узлов плоской шарнирно-стержневой системы. Требования, которым должен отвечать конечный элемент стержня. Типы конечных элементов, использующихся при расчёте плоской стержневой системы. Типы конечных элементы, использующихся при расчёте пластин, оболочек, массивных тел.
7		2	-	-	Местная и общая системы координат в МКЭ. Матрица направляющих косинусов. Построение матрицы жёсткости стержня в местной системе координат. Смысл элементов матрицы жёсткости. Перевод матрицы жёсткости из местной системы координат в общую систему. Перевод матрицы жёсткости из общей в местную систему координат.
8		2	-	-	Вектор узловых нагрузок. Учёт опорных связей. Оптимальная нумерация узлов. Решение системы уравнений метода конечных элементов. Проверка результатов расчёта в МКЭ. Условия улучшения точности расчёта в МКЭ.
Итого:		16	-	-	
2 семестр					
9	3	2	-	-	Обзор программ и программных комплексов расчёта конструкций и сооружений. Программы для расчёта несущих конструкций: ПК ЛИРА

				Софт и ЛИРА-САПР, ПК SCAD Office, Мономах, Калипсо, ПК STARK-ES, MicroFe, ПК ФОК Софт, Robot Millennium, МАЭСТРО, SOFiSTiK AG, комплексные решения от GRAITEC, комплексные решения от ООО СтройЭкспертиза, NormCAD..	
10		2	-	-	Программы для расчёта оснований и фундаментов: ФОК-ПК, ФОК-ПК Ленточные фундаменты, Фундамент ООО СтройЭкспертиза.
11		2	-	-	Универсальные программные комплексы: ANSYS, Nastran, Cosmos
12		2	-	-	Применение ПК расчёта конструкций на практике на примере ПК Лири: Формирование рабочей среды в программе Лири.
13		2	-	-	Расчёт основных несущих элементов МК (балки, стойки, фермы)
14		2	-	-	Работа с документатором для создания альбома исходных данных и результатов расчёта.
15		2	-	-	Расчёт поперечной рамы стального каркаса. Моделирование и расчёт пространственных металлических конструкций. Подбор сечений элементов и конструирование узлов.
16		2	-	-	Расчёт конструкций с использованием РСН и РСУ. Задачи устойчивости, динамики. Применение режима «Монтаж» в конструктивно нелинейных системах.
	Итого:	16	-	-	
	Всего:	32	-	-	

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ЗФО	
1 семестр					
	1	5	-	-	Понятие эксперимента. Сущность эксперимента. Необходимые составные части инженерного эксперимента. Общность методов экспериментального исследования.
		6	-	-	Случайные факторы и их отсев. Понятие планирования эксперимента. Математическое ожидание. Доверительный интервал. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент.
		5	-	-	Математическая модель. Метод наименьших квадратов.
		6	-	-	Процедура оценки параметров математической модели. Процедура оценки качества математической модели.
	2	6	-	-	Основная идея метода конечных элементов. Условия в пределах конечного элемента. Определение матрицы жёсткости элемента. Определение приведённой внешней нагрузки. Формирование разрешающей системы линейных уравнений. Особенности и проблемы применения метода конечных элементов.
		6	-	-	Процедура дискретизации стержневой системы. по МКЭ. Число степеней свободы узлов плоской шарнирно-стержневой системы. Требования, которым должен отвечать конечный элемент стержня. Типы конечных элементов, использующихся при расчёте плоской стержневой системы. Типы конечных элементов, использующихся при расчёте пластин, оболочек, массивных тел.
		6	-	-	Местная и общая системы координат в МКЭ. Матрица направляющих косинусов. Построение матрицы жёсткости стержня в местной системе координат. Смысл элементов матрицы жёсткости. Перевод матрицы жёсткости из местной системы координат в общую систему. Перевод матрицы жёсткости из общей в местную систему координат.

		6	-	-	Вектор узловых нагрузок. Учёт опорных связей. Оптимальная нумерация узлов. Решение системы уравнений метода конечных элементов. Проверка результатов расчёта в МКЭ. Условия улучшения точности расчёта в МКЭ.
Итого:		46	-	-	
2 семестр					
1	3	5	-	-	Обзор программ и программных комплексов расчёта конструкций и сооружений. Программы для расчёта несущих конструкций: ПК ЛИРА Софт и ЛИРА-САПР, ПК SCAD Office, Мономах, Калипсо, ПК STARK-ES, MicroFe, ПК ФОК Софт, Robot Millennium, МАЭСТРО, SOFiSTiK AG, комплексные решения от GRAITEC, комплексные решения от ООО СтройЭкспертиза, NormCAD..
2		5	-	-	Программы для расчёта оснований и фундаментов: ФОК-ПК, ФОК-ПК Ленточные фундаменты, Фундамент ООО СтройЭкспертиза.
3		6	-	-	Универсальные программные комплексы: ANSYS, Nastran, Cosmos
4		6	-	-	Применение ПК расчёта конструкций на практике на примере ПК Лира: Формирование рабочей среды в программе Лира.
5		6	-	-	Расчёт основных несущих элементов МК (балки, стойки, фермы).
6		6	-	-	Работа с документатором для создания альбома исходных данных и результатов расчёта.
7		6	-	-	Расчёт поперечной рамы стального каркаса. Моделирование и расчёт пространственных металлических конструкций. Подбор сечений элементов и конструирование узлов.
8		6	-	-	Расчёт конструкций с использованием РСН и РСУ. Задачи устойчивости, динамики. Применение режима «Монтаж» в конструктивно нелинейных системах.
Итого:		46	-	-	
Всего:		92	-	-	

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ЗФО		
1 семестр						
1	1	6	-	-	Понятие эксперимента. Сущность эксперимента. Необходимые составные части инженерного эксперимента. Общность методов экспериментального исследования.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КР
2		6	-	-	Случайные факторы и их отсев. Понятие планирования эксперимента. Математическое ожидание. Доверительный интервал. Компьютерное моделирование и вычислительный эксперимент.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КР
3		5	-	-	Математическая модель. Метод наименьших квадратов.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КР
4		5	-	-	Процедура оценки параметров математической модели. Процедура оценки качества математической модели.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КР
5	2	6	-	-	Основная идея метода конечных элементов. Условия в пределах конечного элемента. Определение матрицы жёсткости элемента. Определение приведённой внешней нагрузки. Формирование разрешающей системы линейных уравнений.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КР

					Особенности и проблемы применения метода конечных элементов.	
6		6	-	-	Процедура дискретизации стержневой системы. по МКЭ. Число степеней свободы узлов плоской шарнирно-стержневой системы. Требования, которым должен отвечать конечный элемент стержня. Типы конечных элементов, использующихся при расчёте плоской стержневой системы. Типы конечных элементы, использующихся при расчёте пластин, оболочек, массивных тел.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КР
7		6	-	-	Местная и общая системы координат в МКЭ. Матрица направляющих косинусов. Построение матрицы жёсткости стержня в местной системе координат. Смысл элементов матрицы жёсткости. Перевод матрицы жёсткости из местной системы координат в общую систему. Перевод матрицы жёсткости из общей в местную систему координат.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КР
8		6	-	-	Вектор узловых нагрузок. Учёт опорных связей. Оптимальная нумерация узлов. Решение системы уравнений метода конечных элементов. Проверка результатов расчёта в МКЭ. Условия улучшения точности расчёта в МКЭ.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КР
Экзамен		36	-	-		Подготовка к экзамену
Итого:		82	-	-		
2 семестр						
9	3	6	-	-	Обзор программ и программных комплексов расчёта конструкций и сооружений. Программы для расчёта несущих конструкций: ПК ЛИРА Софт и ЛИРА-САПР, ПК SCAD Office, Мономах, Калипсо, ПК STARK-ES, MicroFe, ПК ФОК Софт, Robot Millennium, МАЭСТРО, SOFiSTiK AG, комплексные решения от GRAITEC, комплексные решения от ООО СтройЭкспертиза, NormCAD..	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КП
10		6	-	-	Программы для расчёта оснований и фундаментов: ФОК-ПК, ФОК-ПК Ленточные фундаменты, Фундамент ООО СтройЭкспертиза.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КП
11		5	-	-	Универсальные программные комплексы: ANSYS, Nastran, Cosmos	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КП
12		6	-	-	Применение ПК расчёта конструкций на практике на примере ПК Лира: Формирование рабочей среды в программе Лира.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КП
13		6	-	-	Расчёт основных несущих элементов МК (балки, стойки, фермы).	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КП
14		5	-	-	Работа с документатором для создания альбома исходных данных и результатов расчёта.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КП
15		6	-	-	Расчёт поперечной рамы стального каркаса. Моделирование и расчёт пространственных металлических конструкций. Подбор сечений элементов и конструирование узлов.	Изучение теоретического материала по разделу, подготовка к защите КП
16		6	-	-	Расчёт конструкций с использованием РСН и РСУ. Задачи устойчивости, динамики. Применение режима	Изучение теоретического материала по

					«Монтаж» в конструктивно нелинейных системах.	разделу, подготовка к защите КП
	Экзамен	36	-	-		Подготовка к экзамену
	Итого:	82	-	-		
	Всего:	164	-	-		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведётся с применением следующих видов образовательных технологий:

- лекция визуализации в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (практические занятия);
- разбор практических ситуаций (практические занятия);
- метод проектов (практические занятия).

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курс 1. Семестр 1. Курсовая работа.

«Моделирование и экспериментальная оценка параметров работы несущей конструкции».

Курс 1. Семестр 2. Курсовой проект.

«Проектирование и расчёт несущих конструкций зданий и сооружений транспортной инфраструктуры города».

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
КУРС 1. СЕМЕСТР 1		
1 текущая аттестация		
1	Эссе	0-50
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0-50
2 текущая аттестация		
1	Письменный опрос	0-50
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0-50
	ВСЕГО	0-100
КУРС 1. СЕМЕСТР 2		
1 текущая аттестация		
1	Письменный опрос	0-50
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0-50
2 текущая аттестация		
1	Письменный опрос	0-50
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0-50
	ВСЕГО	0-100

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения при выполнении курсовой работы представлены в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№	Виды контрольных мероприятий текущего контроля	Баллы
1 аттестация		
1	Разработка элементов (разделов) курсовой работы	0...30
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0...30
2 аттестация		
2	Разработка элементов (разделов) курсовой работы	0...30
3	Защита курсовой работы	0...40
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		0...70
ВСЕГО		0...100

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения при выполнении курсового проекта представлены в таблице 8.3.

Таблица 8.3

№	Виды контрольных мероприятий текущего контроля	Баллы
1 аттестация		
1	Разработка элементов (разделов) курсового проекта	0...30
ИТОГО за первую текущую аттестацию		0...30
2 аттестация		
2	Разработка элементов (разделов) курсового проекта	0...30
3	Защита курсового проекта	0...40
ИТОГО за вторую текущую аттестацию		0...70
ВСЕГО		0...100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронная библиотека Тюменского индустриального университета <http://webirbis.tsogu.ru/>
2. Научно-техническая библиотека ФГАОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина и ФГБОУ ВО «ТИУ» <http://elib.gubkin.ru/>
3. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «УГНТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://bibl.rusoil.net>
4. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «УГТУ» и ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» <http://lib.ugtu.net/books>
5. Научная электронная библиотека «eLibrary.ru»
6. Консультант студента «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ООО «Политехресурс») <http://www.studentlibrary.ru>
7. ЭБС IPRbooks (ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа») <http://www.iprbookshop.ru/>
8. ЭБС Лань (ООО «Издательство ЛАНЬ») <http://e.lanbook.com>

9. ЭБС BOOK.ru (ООО «КноРус медиа») <https://www.book.ru>

10. ЭБС ЮРАЙТ (ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ») www.biblio-online.ru,
www.urait.ru

11. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека».

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows;
3. Zoom (бесплатная версия);
4. AutoCAD;
5. ЛИРА.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1.	–	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
2	-	Персональные компьютеры

11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным работам

В ходе самостоятельной подготовки к лабораторному занятию необходимо прочитать записанную лекцию, подчеркнуть наиболее важные моменты, составить словарь новых терминов, составить план ответа на каждый из предлагаемых для изучения вопросов. Для более глубокого усвоения темы необходимо прочесть рекомендованный преподавателем материал из учебной литературы.

В процессе подготовки к занятиям необходимо воспользоваться материалами учебно-методического комплекса дисциплины.

Подготовка к практическому занятию включает 2 этапа: 1) организационный и 2) закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе учащийся планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку обучающегося к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Важнейшей особенностью обучения в высшей школе является высокий уровень самостоятельности учащихся в ходе образовательного процесса. В целях организации эффективной самостоятельной работы обучающемуся необходимо уяснить следующую информацию:

- цель изучения конкретного учебного материала;
- место изучаемого материала в системе знаний, необходимых для формирования специалиста;
- перечень знаний и умений, которыми он должен овладеть;
- порядок изучения учебного материала;
- источники информации;
- наличие контрольных заданий;
- форма и способ фиксации результатов выполнения учебных заданий;
- сроки выполнения самостоятельной работы.

Эта информация представлена в учебно-методическом комплексе дисциплины.

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется: записывать ключевые слова и основные термины, составлять словарь основных понятий, писать краткие рефераты по теме. Результатом самостоятельной работы должна быть систематизация и структурирование учебного материала по изучаемой теме, включение его в уже имеющуюся у студента систему знаний.

Основными способами приобретения знаний, как известно, являются: чтение учебника и дополнительной литературы, рассказ и объяснение преподавателя, решение тестов, поиск ответа на контрольные вопросы.

Приобретение новых знаний идёт в несколько этапов:

- понимание, уяснение основных закономерностей строения и функционирования изучаемого объекта, выявление связей между его элементами и другими подобными объектами;
- фиксация новых знаний в системе имеющихся знаний;
- запоминание и последующее воспроизведение;
- использование полученных знаний для приобретения новых знаний, умений и навыков и т.д.

Приобретение новых знаний требует от учащегося определенных усилий и активной работы на каждом этапе формирования знаний. Знания, приобретённые учащимся в ходе активной самостоятельной работы, являются более глубокими и прочными.

В ходе обучения необходимо понять и запомнить большой по объёму учебный материал. Запомнить его очень важно, так как даже интеллектуальные и операционные умения и навыки для своей реализации требуют определенных теоретических знаний.

Важнейшим условием для успешного формирования прочных знаний является их упорядочивание, приведение их в единую систему. Это осуществляется в ходе выполнения следующих видов работ по самостоятельному структурированию учебного материала:

- запись ключевых слов,
- составление словаря терминов,
- составление классификаций по различным признакам,
- выявление причинно-следственных связей,
- составление коротких рефератов, учебных текстов,
- составление опорных схем и конспектов,
- составление плана рассказа.

После изучения учебного материала необходимо проверить усвоение учебного материала с помощью вопросов текущего контроля и при необходимости повторить учебный материал.

В процессе подготовки к экзамену необходимо систематизировать, запомнить учебный материал, научиться применять его при решении конкретных задач.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: **Численные методы и моделирование работы строительных конструкций. Программно-вычислительные средства для расчета и проектирования зданий и сооружений**

Код, направление подготовки: **08.04.01 Строительство**

Направленность (профиль): **Цифровое строительство**

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-1	ПКС-1.1. Оценка исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений	Знать (З1): порядок оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортного сооружения	Не знает порядок оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортного сооружения	Знает порядок оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортного сооружения, допуская ряд ошибок	Знает порядок оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортного сооружения, допуская несущественные ошибки	Знает порядок оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортного сооружения
		Уметь (У1): оценивать исходную информацию для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений	Не умеет оценивать исходную информацию для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений	Умеет оценивать исходную информацию для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений, допуская ряд ошибок	Умеет оценивать исходную информацию для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений, допуская несущественные ошибки	Умеет оценивать исходную информацию для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений
		Владеть (В1): навыками оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений	Не владеет навыками оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений	Владеет навыками оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений, допуская ряд ошибок	Владеет навыками оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений, допуская несущественные ошибки	Владеет навыками оценки исходной информации для планирования работ по проектированию объектов транспортных сооружений
ПКС-2	ПКС-2.1. Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения для транспортных сооружений,	Знать (З2): порядок выбора метода и методики выполнения расчетного обоснования проектного решения для транспортных сооружений, составление расчетной схемы	Не знает порядок выбора метода и методики выполнения расчетного обоснования	Знает порядок выбора метода и методики выполнения расчетного обоснования проектного решения	Знает порядок выбора метода и методики выполнения расчетного обоснования проектного решения	Знает порядок выбора метода и методики выполнения расчетного обоснования

			документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования	документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования, допуская ряд ошибок	документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования, допуская несущественные ошибки	технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования
		Владеть (В4): навыками оценки соответствия результатов расчетного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования	Не владеет навыками оценки соответствия результатов расчетного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования	Владеет навыками оценки соответствия результатов расчетного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования, допуская ряд ошибок	Владеет навыками оценки соответствия результатов расчетного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования, допуская несущественные ошибки	Владеет навыками оценки соответствия результатов расчетного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчетного обоснования
ПКС-7	ПКС-7.1. Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере транспортного строительства	Знать (З5): способы формулирования целей постановки задач исследования напряженно-деформированного состояния конструкций	Не знает способы формулирования целей постановки задач исследования напряженно-деформированного состояния конструкций	Знает способы формулирования целей постановки задач исследования напряженно-деформированного состояния конструкций, допуская ряд ошибок	Знает способы формулирования целей постановки задач исследования напряженно-деформированного состояния конструкций, допуская несущественные ошибки	Знает способы формулирования целей постановки задач исследования напряженно-деформированного состояния конструкций
		Уметь (У5): структурировать и формулировать цели и задачи связанные с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций	Не умеет структурировать и формулировать цели и задачи связанные с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций	Умеет структурировать и формулировать цели и задачи связанные с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций, допуская ряд ошибок	Умеет структурировать и формулировать цели и задачи связанные с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций, допуская несущественные	Умеет структурировать и формулировать цели и задачи связанные с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций

					ошибки	
	Владеть (В5): инструментами формулирования целей и задач связанных с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций	Не владеет инструментами формулирования целей и задач связанных с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций	Владеет инструментами формулирования целей и задач связанных с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций, допуская ряд ошибок	Владеет инструментами формулирования целей и задач связанных с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций, допуская несущественные ошибки	Владеет инструментами формулирования целей и задач связанных с изучением напряженно-деформированного состояния конструкций	
ПКС-7.2. Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства	Знать (З6): методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства	Не знает методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства	Знает методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства, допуская ряд ошибок	Знает методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства, допуская несущественные ошибки	Знает методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства	
	Уметь (У6): использовать методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства	Не умеет использовать методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства	Умеет использовать методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства, допуская ряд ошибок	Умеет использовать методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства, допуская несущественные ошибки	Умеет использовать методы и/или методики проведения исследований в сфере транспортного строительства	
	Владеть (В6): инструментами проведения исследований в сфере транспортного строительства	Не владеет инструментами проведения исследований в сфере транспортного строительства	Владеет инструментами проведения исследований в сфере транспортного строительства, допуская ряд ошибок	Владеет инструментами проведения исследований в сфере транспортного строительства, допуская несущественные ошибки	Владеет инструментами проведения исследований в сфере транспортного строительства	
ПКС-7.3. Составление технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного	Знать (З7): основы составления технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства	Не знает основы составления технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного	Знает основы составления технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного	Знает основы составления технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного	Знает основы составления технического задания, плана и программы исследований в сфере	

строительства		строительства	строительства, допуская ряд ошибок	строительства, допуская несущественные ошибки	транспортного строительства
	Уметь (У7): составлять технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства	Не умеет составлять технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства	Умеет составлять технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства, допуская ряд ошибок	Умеет составлять технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства, допуская несущественные ошибки	Умеет составлять технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства
	Владеть (В7): способами верификации составленного технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства	Не владеет способами верификации составленного технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства	Владеет способами верификации составленного технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства, допуская ряд ошибок	Владеет способами верификации составленного технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства, допуская несущественные ошибки	Владеет способами верификации составленного технического задания, плана и программы исследований в сфере транспортного строительства
ПКС-7.4. Разработка математических моделей исследуемых объектов	Знать (З8): численные методы моделирования и разработки математических моделей исследуемых объектов	Не знает численные методы моделирования и разработки математических моделей исследуемых объектов	Знает численные методы моделирования и разработки математических моделей исследуемых объектов, допуская ряд ошибок	Знает численные методы моделирования и разработки математических моделей исследуемых объектов, допуская несущественные ошибки	Знает численные методы моделирования и разработки математических моделей исследуемых объектов
	Уметь (У8): применять аппарат математического и численного моделирования исследуемых объектов	Не умеет применять аппарат математического и численного моделирования исследуемых объектов	Умеет применять аппарат математического и численного моделирования исследуемых объектов, допуская ряд ошибок	Умеет применять аппарат математического и численного моделирования исследуемых объектов, допуская несущественные ошибки	Умеет применять аппарат математического и численного моделирования исследуемых объектов
	Владеть (В8): основами работы в программно-вычислительных комплексах связанных с численными и	Не владеет основами работы в программно-	Владеет основами работы в программно-	Владеет основами работы в программно-	Владеет основами работы в программно-

систематизация результатов исследования, описывающих поведение исследуемого объекта	результатам исследований изучаемого объекта	отчетности по результатам исследований изучаемого объекта	отчетности по результатам исследований изучаемого объекта, допуская ряд ошибок	отчетности по результатам исследований изучаемого объекта, допуская несущественные ошибки	отчетности по результатам исследований изучаемого объекта
	Уметь (У10): составлять отчетность по результатам исследований изучаемого объекта	Не умеет составлять отчетность по результатам исследований изучаемого объекта	Умеет составлять отчетность по результатам исследований изучаемого объекта, допуская ряд ошибок	Умеет составлять отчетность по результатам исследований изучаемого объекта, допуская несущественные ошибки	Умеет составлять отчетность по результатам исследований изучаемого объекта
	Владеть (В10): навыками формулирования выводов и заключений по результатам исследований изучаемого объекта	Не владеет навыками формулирования выводов и заключений по результатам исследований изучаемого объекта	Владеет навыками формулирования выводов и заключений по результатам исследований изучаемого объекта, допуская ряд ошибок	Владеет навыками формулирования выводов и заключений по результатам исследований изучаемого объекта, допуская несущественные ошибки	Владеет навыками формулирования выводов и заключений по результатам исследований изучаемого объекта
ПКС-7.7. Представление и защита результатов проведённых научных исследований, подготовка публикаций на основе принципов научной этики	Знать (З11): правила и порядок оформления презентаций результатов научно-исследовательской работы	Не знает правила и порядок оформления презентаций результатов научно-исследовательской работы	Знает правила и порядок оформления презентаций результатов научно-исследовательской работы, допуская ряд ошибок	Знает правила и порядок оформления презентаций результатов научно-исследовательской работы, допуская несущественные ошибки	Знает правила и порядок оформления презентаций результатов научно-исследовательской работы
	Уметь (У11): оформлять презентации по результатам научно-исследовательской работы	Не умеет оформлять презентации по результатам научно-исследовательской работы	Умеет оформлять презентации по результатам научно-исследовательской работы, допуская ряд ошибок	Умеет оформлять презентации по результатам научно-исследовательской работы, допуская несущественные ошибки	Умеет оформлять презентации по результатам научно-исследовательской работы
	Владеть (В11): навыками выступлений и защиты результатов научно-исследовательской работы	Не владеет навыками выступлений и защиты результатов научно-исследовательской работы	Владеет навыками выступлений и защиты результатов научно-исследовательской работы	Владеет навыками выступлений и защиты результатов научно-исследовательской работы	Владеет навыками выступлений и защиты результатов научно-исследовательской работы

**КАРТА
обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина: **Численные методы и моделирование работы строительных конструкций.
Программно-вычислительные средства для расчета и проектирования зданий и сооружений**

Код, направление подготовки: **08.04.01 Строительство**
Направленность (профиль): **Цифровое строительство**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Басов, К. А. ANSYS : справочник пользователя / К. А. Басов. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 640 с. — ISBN 978-5-4488-0064-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/87978.html	ЭР	10	100	+
2	Ермакова, А. В. Метод дополнительных конечных элементов для нелинейного расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям / Ермакова А. В. - Москва : Издательство АСВ, 2017. - 64 с. - ISBN 978-5-4323-0194-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301949.html	ЭР	10	100	+

ЭР* – электронный ресурс без ограничения числа одновременных подключений к ЭБС.

И.о. заведующего базовой кафедрой
АО Мостострой-11
«17» 06 2020 г



Н. Л. Бреус

Директор БИК

_____ Д.Х. Каюкова

«17» для 06 _____ 2020 г.

М.П.

Волгаева

БИК

М.И. Шайнберг *М.И. Шайнберг*

