

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»  
Инженерная академия*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:** Компьютерное моделирование конструктивных систем

**Направление подготовки:** 08.03.01 Строительство

**Направленность (профиль/специализация):** Строительство

Москва,  
2021

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Целью** освоения дисциплины Компьютерное моделирование конструктивных систем является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области расчета конструкций и сооружений, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Основными **задачами** дисциплины являются:

МКЭ в расчетах строительных конструкций является экспериментально-теоретической наукой, здесь широко используются опытные данные и теоретические исследования.

Различные сооружения и конструкции, проектированием и строительством которых занимается инженер, должны быть рассчитаны на прочность, жесткость, устойчивость. Данная дисциплина обучает студента правильному подбору конечных элементов и их размеров для решения конкретных строительных задач по методу сил или перемещений.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Компьютерное моделирование конструктивных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 ОП ВО учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	Математика; Информатика; Химия; Физика; Электротехника; Теоретическая механика; Сопротивление материалов; Основы инженерной экономики и менеджмента; Инженерное обеспечение строительства; Строительная физика; Строительные материалы; Строительная механика; Геотехника ;	Основы организации и управления в строительстве; Курсовая работа "Основы организации и управления в строительстве"; Спецкурс металлических конструкций; Special course of metal structures / Спецкурс металлических конструкций; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Оформление, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

		<p>Технологические процессы в строительстве;  Курсовая работа "Инженерное обеспечение строительства";  Курсовая работа "Строительная физика";  Курсовая работа "Строительная механика";  Курсовой проект "Геотехника";  Курсовой проект "Технологические процессы в строительстве";  Курсовая работа "Теоретическая механика";  Основы численных методов;  Fundamentals of numerical methods / Основы численных методов;  Городская гидротехника;  Спецкурс железобетонных конструкций;  Строительство автодорог и аэродромов;  Исполнительская практика;  Проектная практика</p>	
2	<p>ПК-7 Оформление и выполнение раздела проектной документации на металлические конструкции для зданий и сооружений на различных стадиях разработки</p>	<p>Строительные материалы;  Инженерная гидравлика;  Строительная механика;  Железобетонные конструкции;  Металлические конструкции;  Курсовая работа "Инженерная гидравлика";  Курсовая работа "Строительная механика";</p>	<p>Спецкурс металлических конструкций;  Special course of metal structures / Спецкурс металлических конструкций;  Преддипломная практика;  Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;  Оформление, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p>

		Курсовой проект "Железобетонные конструкции"; Курсовой проект "Металлические конструкции"; Основы численных методов; Fundamentals of numerical methods / Основы численных методов; Конструкции из дерева и композитных материалов; Проектирование мостов (часть 1); Спецкурс железобетонных конструкций; Технологическая практика; Исполнительская практика	
--	--	---	--

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Компьютерное моделирование конструктивных систем направлена на формирование у обучающихся следующих компетенции:

Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата (ОПК-1);

Оформление и выполнение раздела проектной документации на металлические конструкции для зданий и сооружений на различных стадиях разработки (ПК-7);

Результатом обучения по дисциплине являются знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Компетенция	Знания	Умения	Навыки
1	2	3	4
Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и	знать основные теоретические положения дисциплины; уметь применять основные	- использовать информационные технологии для решения конкретных задач; - использовать современные информационные технологии	- информационного обеспечения при расчете конструкций и сооружений

технических наук, а также математического аппарата (ОПК-1)	методы математического анализа		
Оформление и выполнение раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений на различных стадиях разработки (ПК-7)	- требования к продукции и качеству информационного и теоретического обеспечения расчетной базы	- использовать информационные технологии при решении конкретных задач; - использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;	- организации качественного расчета конструкций и сооружений.

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

Общая трудоемкость дисциплины «Компьютерное моделирование конструктивных систем» составляет 2 зачетных единицы.

для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Модули			
		14			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	48	48			
в том числе:					
<i>Лекции (ЛК)</i>	16	16			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	32	32			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	0	0			
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	6	6			
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18	18			
<i>Курсовая работа/проект, зач.ед.</i>					
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	час.	72	72		
	зач.ед.	2	2		

для очно-заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		8			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	34	34			
в том числе:					
<i>Лекции (ЛК)</i>	17	17			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	17	17			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	0	0			

Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.		20	20			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.		18	18			
Курсовая работа/проект, зач.ед.						
Общая трудоемкость дисциплины	час.	72	72			
	зач.ед.	2	2			

#### для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры				
		9	10			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	24	24	0			
в том числе:						
Лекции (ЛК)	10	10	0			
Практические занятия (ПЗ)	14	14	0			
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	44	44	0			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	4	0	4			
Курсовая работа/проект, зач.ед.						
Общая трудоемкость дисциплины	час.	72	68	4		
	зач.ед.	2	2			

### 5. Содержание дисциплины

Таблица 4 – Содержание дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
1.	<b>Раздел №1. Теоретические основы метода конечных элементов</b>	4	8	-	10	22
	Тема 1.1. Математическая модель сооружения. Этапы математического моделирования. Использование фундаментальных законов природы.	1	3	-	3	7
	Тема 1.2. Принцип минимума в механике. Вариационный принцип и вариационная модель.	1	2	-	3	6
	Тема 1.3. Описание напряжённо-деформированного состояния упругого тела. Матричное представление компонент переме-	2	3	-	4	9

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
	щений, деформаций, напряжений. Основные уравнения Механики деформируемого твёрдого тела и граничные условия. Типы краевых задач.					
<b>2.</b>	<b>Раздел №2. Математическая модель сооружения в виде выражения изменения энергии</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>10</b>	<b>22</b>
	Тема 2.1. Изменение потенциальной энергии твёрдого тела при его деформировании. Условия минимума изменения энергии конструкции при её деформировании.	1	2	-	3	6
	Тема 2.2. . Подход к нахождению минимума функции. Условие экстремума функционала. Условия минимума энергии деформирования твёрдого тела. Условия минимума в вариационном исчислении.	2	4	-	4	10
	Тема 2.3. Простейшая задача вариационного исчисления. Вариационный подход к выявлению условий минимума изменения энергии	1	2	-	3	6
<b>3.</b>	<b>Раздел №3. Численный расчёт конструкций</b>	<b>4</b>	<b>9</b>		<b>10</b>	<b>23</b>
	Тема 3.1. Метод Рунге. Дискретный вариант метода Рунге. Идея метода конечных элементов. Дискретизация задачи. Конечно-элементная расчётная схема. Понятие функций формы. Математическая формулировка.	2	3		4	9
	Тема 3.2 Переход к дискретному аналогу. Условие минимума дискретного функционала. Метод конечных элементов как развитие метода Рунге.	1	3		3	7
	Тема 3.3 Конечно-элементная расчётная схема конструкции. Сетка конечных элементов. Узлы расчётной схемы Степени свободы. Конечные элементы. Типы конечных элементов. Конечные элементы для построения трёхмерных расчётных схем. Конечные элементы для построения двумерных расчётных схем. Конечный элемент для построения одномерных расчётных схем.	1	3		3	7
<b>4.</b>	<b>Раздел №4. Алгоритм метода конечных элементов в расчетах строительных конструкций</b>	<b>4</b>	<b>9</b>		<b>10</b>	<b>23</b>
	Тема 4.1 Формулировка задачи. Аппроксимация математической формулировки в	2	3		4	9

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Лекц.	Практ. / семинар.	Лаб.	СРС	Всего час.
	МКЭ. Переход от континуальной формулировки задачи к дискретной. Восполнение узловых перемещений по конечному элементу. Функция формы. Глобальная система координат расчётной схемы. Локальная система координат конечного элемента. Перемещения узлов и внутренних точек элементов в локальных и глобальных системах координат.					
	Тема 4.2 Способы закрепления расчётной схемы конструкции. Задание внешней нагрузки. Узловые силы. Энергия деформирования множества (ансамбля) конечных элементов в локальных системах координат. Энергия деформирования расчётной схемы, как энергия деформирования ансамбля конечных элементов в общей глобальной системе координат. Решение задачи из условий минимума энергии деформирования расчётной схемы.	1	3		3	7
	Тема 4.3 Формирование глобальной матрицы жёсткости расчётной схемы конструкции. Учёт граничных условий. Решение системы линейных уравнений. Вычисление перемещений и напряжений.	1	3		3	7
	<b>Курсовой проект</b>	-	-	-	-	-
	<b>Зачет</b>	-	-	-	<b>18</b>	<b>18</b>

## 6. Образовательные технологии

Организация занятий по дисциплине Компьютерное моделирование конструктивных систем проводится по следующим видам учебной работы: лекции, практические занятия. Реализация компетентностного подхода в рамках направления подготовки 08.03.01 Строительство предусматривает сочетание в учебном процессе контактной работы с преподавателем и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся для более полного формирования и развития его профессиональных навыков.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории, в том числе с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Основные моменты лекционных занятий конспектируются студентами, отдельные темы (части тем и разделов) предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта (проверяется преподавателем в процессе текущего контроля).

Целью практических занятий является получение студентами знаний и выработка практических навыков работы в области расчета строительных конструкций и сооружений. Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы – решение задач, со



специализированным программным обеспечением при выполнении расчетно-графических работ и т.п., так и интерактивные методы – групповая работа, анализ конкретных методов расчета и т.п.

Групповая работа при анализе конкретной задачи, развивает способности проведения анализа и диагностики проблем. С помощью метода анализа конкретной задачи у обучающихся развиваются такие квалификационные качества, как умение четко формулировать и аргументированно отстаивать свою точку зрения, умение коммуницировать, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, поступающую в вербальной форме. Практические занятия проводятся в специальных аудиториях, оборудованных необходимыми наглядными материалами.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса и выполнение курсовой работы.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном формате на основе учебно-методических материалов дисциплины (*приложения 2-4*). Уровень освоения материала по самостоятельно изучаемым вопросам курса проверяется при проведении текущего контроля и аттестационных испытаний (экзамен и/или зачет) по дисциплине.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### *Основная литература:*

1. Сегерлинд, Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерлинд ; под ред. Б.Е. Победри ; пер. с англ. А.А. Шестакова. - Москва : Мир, 1979. - 392 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457056> (17.09.2018).
2. Присекин, В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : учебник / В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2009. - 240 с. : табл., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр.: с. 232. - ISBN 978-5-7782-1287-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436040> (17.09.2018).
3. Яманин А. И. Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 140500-"Энергомашиностроение" и специальности 140501-"Двигатели внутрен. сгорания" / А. И. Яманин [и др.] ; под ред. А. И. Яманина [Электронный ресурс]. - М. : Машиностроение, 2005. 479 с. ISBN 5-217-03301-0 (в пер.) URL: <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002757000/rsl01002757370/rsl01002757370.pdf>

### *Дополнительная литература:*

1. Треногин, В.А. Функциональный анализ : учебник / В.А. Треногин. - 3-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2002. - 488 с. - ISBN 5-9221-0272-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613> (17.09.2018).
2. Нелинейная строительная механика стержневых систем: Основы теории. Примеры расчета : учебное пособие / В.А. Игнатъев, А.В. Игнатъев, В.В. Галишникова, Е.В. Онищенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 98 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 987-5-98276-724-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434821> (17.09.2018).

3. Маковкин, Г.А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела : учебное пособие / Г.А. Маковкин, С.Ю. Лихачева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ФГБОУ ВПО ННГАСУ). - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. - Ч. 1. - 72 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427425> (17.09.2018).
4. Коновалов, В.Д. Расчёт напряжённо-деформированного состояния в плоской прямоугольной пластине методом конечных разностей : выпускная квалификационная работа / В.Д. Коновалов ; Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Математический факультет, Кафедра математического моделирования и кибернетики. - Сыктывкар : , 2018. - 29 с. : граф., ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492088> (17.09.2018).

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН  
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Сайты министерств, ведомств, служб, производственных предприятий и компаний, деятельность которых является профильной для данной дисциплины:

- Сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации <http://www.minstroyrf.ru/>

3. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации  
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Программное обеспечение:*

1. Специализированное программное обеспечение проведения лекционных и практических занятий и самостоятельной работы студентов:

- *Использование специализированного программного обеспечения при изучении дисциплины не предусмотрено.*

Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся и изучения дисциплины (также размещены в ТУИС РУДН в соответствующем разделе дисциплины):

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 5 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
<p><b>Компьютерный класс №303</b> Комплект специализированной мебели: доска меловая, интерактивная доска, системный блок P430.0/i945/2G10/ 160Gb SATA11/256Mb/FDD/KB+M- 14 шт., монитор Samsung 19”TFT SP2x1.5W - 14 шт., плоттер DesignJet430 (струйный плоттер A1.4 Mb). MS-office корпоративная , Код Регистрация : 86626883 Родительская программа: 86493330 Статус: Active .</p>	г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

## 9. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Компьютерное моделирование конструктивных систем представлен в *приложении 1* к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**Разработчики:**  
профессор

\_\_\_\_\_  
должность



\_\_\_\_\_  
подпись

**Галишникова В.В.**

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
должность

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
должность

\_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

**Руководитель программы**



\_\_\_\_\_  
подпись

**М.И. Рынковская**

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия