

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.03 Принципы формообразования строительных  
конструкций

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

08.04.01 Строительство

Направленность (профиль)

08.04.01.03 Теория и проектирование зданий и сооружений

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

к.т.н., Доцент, зав.кафедрой, С.В. Деордиев

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Неотъемлемая часть инженерной деятельности – мысленное, математическое моделирование. В 21 веке его отдача неизмеримо повысилась в связи с массовым распространением ЭВМ – эффективного инструмента получения информации из мысленных моделей. Оно почти всегда постепенно конкретизируется в математических моделях, которые дают новую конкретизированную информацию об инженерных объектах в виде расчетов – простых («вручную») и сложных (на ЭВМ).

В строительстве наиболее часто применяются модели сплошных сред и непрерывных процессов, абстрактной формой которых является математический анализ. Накоплено (в нашей стране и за рубежом) большое количество компьютерных программ, реализующих инженерные расчеты, т.е. получение информации с помощью этих моделей для конкретных областей инженерного исследования.

Данный курс предназначен для освоения общих принципов мысленного математического моделирования на конкретных разнообразных примерах из области строительства и техники их реализации с помощью конкретного компьютерного инструмента, обеспечивающего реальное и быстрое получение и использование такой информации.

На основе этого опыта выпускники должны, с одной стороны, уверенно строить грубые приближенные модели различных ситуаций для предварительных оценок «вручную»; с другой стороны, находить и использовать средства высокоточного компьютерного моделирования и оценивать его результаты по грубым приближенным моделям. Без слепого доверия к готовым формулам и к компьютерной информации.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Задачами изучения дисциплины является приобретение студентом знаний, умений и навыков, необходимых для его профессиональной деятельности со степенью подготовки магистр по направлению подготовки 270800 «Строительство»:

- обобщить полученный за первые 4 года опыт изучения математических моделей (физика, механика, строительные конструкции, гидравлика, электромагнетизм и др.), применяемых в будущих областях деятельности, дополнить и применить к другим сферам деятельности;

- на конкретных примерах проследить и усвоить, закрепить, как в процессе жизненного опыта и производственной деятельности накапливают объемы понятий; формулируют их содержание, давая определения; угадывают, устанавливают и проверяют экспериментом связи и соотношения между ними. Каким образом используют полученную мысленную модель для получения новой информации, как для грубых оценок «вручную», так и для высокоточных расчетов на ЭВМ. – С целью обобщения и повседневного применения;

- владеть мысленным и компьютерным моделированием в первую очередь в областях будущей профессиональной деятельности: механика,

распространение тепла, электромагнетизм, экономика, сопоставляя их и формируя общие принципы и технику мысленного моделирования и его компьютерной реализации;

- изучить и освоить основные математические структуры для моделирования сплошных сред, проекционные методы и метод конечных элементов, основные модели и компьютерные средства оптимизации. Проследить их взаимосвязи и аналогии (например, между конечномерными моделями сопротивления материалов и бесконечномерными – в расчетах плит и оболочек) с целью будущего применения в других областях;

- закрепить полученные навыки самообразования и самосовершенствования;

- получить опыт по дискретизации континуальных систем, расчету строительных конструкций на основе метода конечных элементов и использованию прикладного математического обеспечения САПР в решении проектно-конструкторских и производственных задач;

- получить представление об уровнях абстракции, о моделях моделей;

- содействовать средствами данной дисциплины развитию у студентов личностных качеств, определяемых общими целями обучения и воспитания, изложенными в ООП.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способность выполнять и организовывать научные исследования объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
ПК-1.1: Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере промышленного и гражданского строительства	правила технической эксплуатации зданий, сооружений использовать существующие нормативные документы при определении надежности строительных конструкций информационным материалом по надежности конструкций зданий и сооружений
ПК-1.10: Представление и защита результатов проведенных научных исследований, подготовка публикаций на основе принципов научной этики	
ПК-1.11: Контроль соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований	
ПК-1.2: Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере промышленного и гражданского строительства	

ПК-1.3: Составление технического задания, плана и программы исследований промышленного и гражданского строительства	
ПК-1.4: Определение перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования	
ПК-1.5: Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере промышленного и гражданского строительства	
ПК-1.6: Разработка математических моделей исследуемых объектов	
ПК-1.7: Проведение математического моделирования объектов промышленного и гражданского строительства в соответствии с его методикой	
ПК-1.8: Обработка и систематизация результатов исследования, описывающих поведение исследуемого объекта	
ПК-1.9: Оформление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования	
<b>ПК-4: Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектирование в сфере промышленного и гражданского строительства</b>	
ПК-4.1: Разработка и представление предпроектных решений для промышленного и гражданского строительства	методику исходной информации и нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений объектов выполнять расчетное обоснования проектного решения объекта составлять аналитический отчет о результатах расчетного обоснования объектов
ПК-4.2: Оценка исходной информации для планирования работ по проектированию объектов промышленного и гражданского строительства	

ПК-4.3: Составление технического задания на подготовку проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства	
ПК-4.4: Выбор архитектурно-строительных и конструктивных решений для разработки проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства	
ПК-4.5: Выбор архитектурно-строительных и конструктивных решений, обеспечивающих формирование безбарьерной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения	
ПК-4.6: Контроль разработки проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства	
ПК-4.7: Подготовка технического задания и контроль разработки рабочей документации объектов промышленного и гражданского строительства	
ПК-4.8: Оценка соответствия проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства нормативно-техническим документам	
ПК-4.9: Оценка основных технико-экономических показателей проектов объектов промышленного и гражданского строительства	
<b>ПК-5: Способность осуществлять и контролировать выполнение расчетного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства</b>	

ПК-5.1: Выбор исходной информации и нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных	основные нормативные документы по надёжности строительных конструкций использовать существующие нормативные документы при определении надёжности строительных конструкций
решений объектов промышленного и гражданского строительства	информационным материалом по надёжности конструкций зданий и сооружений
ПК-5.2: Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства, составление расчётной схемы	
ПК-5.3: Выполнение расчётного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства и документирование его результатов	
ПК-5.4: Оценка соответствия результатов расчётного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчётного обоснования	
ПК-5.5: Составление аналитического отчёта о результатах расчётного обоснования объектов промышленного и гражданского строительства	
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</b>	
УК-1.1: Описание сути проблемной ситуации	основные методы критического анализа принципы формирования концепции проекта принципы формирования концепции проекта выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления
УК-1.2: Выявление составляющих проблемной ситуации и связей между ними	

УК-1.3: Сбор и систематизация информации по проблеме	
УК-1.4: Оценка адекватности и достоверности информации о проблемной ситуации	
УК-1.5: Выбор методов критического анализа, адекватных проблемной ситуации	
УК-1.6: Разработка и обоснование плана действий по решению проблемной ситуации	
УК-1.7: Выбор способа обоснования решения (индукция, дедукция, по аналогии) проблемной ситуации	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1 (36)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	0,5 (18)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4 (144)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Модели реальные физические и мысленные, математические. Сплошные среды – основной тип моделей инженера.</b>									
	1. Элементы мысленных моделей, особенности их формирования и ис-пользования – на примере основных понятий моделей сплошных сред (простейшие примеры из теплопередачи и механики). Компьютерные средства моделирования. Простейший пример моделирования теплопередачи разностным и проекционным (МКЭ) методом. Основное назначение бесконечномерных моделей – получение информации из приближенных конечномерных представлений.	2							
	2. Элементы мысленных моделей, особенности их формирования и использования – на примере основных понятий моделей сплошных сред (простейшие примеры из теплопередачи и механики).			2					

<p>3. Элементы мысленных моделей, особенности их формирования и использования – на примере основных понятий моделей сплошных сред (простейшие примеры из теплопередачи и механики). Компьютерные средства моделирования. Простейший пример моделирования теплопередачи разностным и проекционным (МКЭ) методом. Основное назначение бесконечномерных моделей – получение информации из приближенных конечномерных представлений.</p>							14	
<b>2. Сплошные среды – основной тип моделей инженера.</b>								
<p>1. Модели теплопередачи, жидкостей и газов на простых примерах. Дифференцирование, проекционные методы и метод конечных элементов. Компьютерное МКЭ моделирование жидкостей в программе ANSYS.</p>	2							
<p>2. Модели электромагнитных процессов. Распределение напряжений и токов в пластине.</p>	2							
<p>3. Модели твердых деформируемых тел. Повышенные погрешности классических схем МКЭ, необходимость тщательного контроля. Гибридные КЭ. Простейший пример моделирования плоской задачи теории упругости (расчет балки-стенки) разностным и проекционным (МКЭ) методом.</p>	2							

<p>4. Простейшая модель сплошной среды – задача теплопроводности.          Моделирование простейшей задачи о распространении тепла (бетонный блок с тепловыделением, установившееся распределение температур): приближенно – методами Галеркина, конечных разностей, конечных элементов; с высокой точностью – по МКЭ-программе ( ANSYS).          Тепло и электромагнетизм: аналогия. Тепловое сопротивление, проводимость. Тепловые сети и электрические сети: что сложнее? Моделирование распределения токов и напряжений в пластине методами конечных разностей, конечных элементов; с высокой точностью – по МКЭ-программе ( ANSYS).          Простейшая модель огнезащиты металлических конструкций (нестационарная задача), расчет изменения распределения температур методами конечных разностей, конечных элементов; с высокой точностью – по МКЭ-программе (ANSYS).</p>			2					
<p>5. Моделирование движения воды в реке и в трубах: приближенно – методами конечных разностей, конечных элементов; с высокой точностью – по МКЭ-программе ( ANSYS).</p>			2					
<p>6. Моделирование равновесия простейшей конструкции – балки-стенки (плоское напряженное состояние) методами конечных разностей и конечных элементов; с высокой точностью – по МКЭ-программе (ANSYS).</p>			2					
<p>7. Моделирование равновесия и колебаний плотин, приближенное к реальности. Поиск сейсмически опасных форм колебаний (резонаторов).</p>			2					

8. Модели теплопередачи, жидкостей и газов на простых примерах. Дифференцирование, проекционные методы и метод конечных элементов. Компьютерное МКЭ моделирование жидкостей в программе ANSYS.							14	
9. Модели электромагнитных процессов. Распределение напряжений и токов в пластине.							16	
10. Модели твердых деформируемых тел. Повышенные погрешности классических схем МКЭ, необходимость тщательного контроля. Гибридные КЭ. Простейший пример моделирования плоской задачи теории упругости (расчет балки-стенки) разностным и проекционным (МКЭ) методом.							30	
<b>3. Упрощенные (более абстрактные) модели сплошных сред.</b>								
1. Тонкие стержни, пластины и оболочки. Конечные элементы для них. Стержневые системы: МКЭ – метод перемещений. Способы наглядного изображения результатов моделирования.	4							
2. Упрощенные модели движения жидкостей, газов в трубах и электрических зарядов в проводниках. Моделирование электрических и тепловых сетей.	4							
3. Тонкие стержни, пластины и оболочки. Конечные элементы для них. Стержневые системы: МКЭ – метод перемещений. Способы наглядного изображения результатов моделирования.			4					
4. Упрощенные модели движения жидкостей, газов в трубах и электрических зарядов в проводниках. Моделирование электрических и тепловых сетей.			4					

<p>5. Применение этих же конечных элементов к моделированию равновесия балки, рамы: вручную и по МКЭ-программе (ANSYS).</p> <p>Определение (грубо приближенное) деформаций по наклонным направлениям из линеаризованных уравнений деформирования и напряжений на наклонных площадках из условий равновесия.</p> <p>Определение (грубо приближенное) таким же путем главных напряжений и деформаций, максимальных касательных напряжений и сдвиговых деформаций.</p> <p>Оценка прочности, обсуждение критериев прочности и разрушения.</p> <p>Моделирование устойчивости равновесия стержня, плотины и других объектов.</p> <p>Простейшие модели оптимизации и доступные компьютерные средства для оптимального проектирования. Оптимизация в MS Excel и в ANSYS.</p>							70	
<b>4. Обзор формальных математических структур из и для мысленного моделирования.</b>								
<p>1. Обзор формальных математических структур из и для мысленного моделирования</p> <p>Исследовательские и проектные модели.</p>	2							
Всего	18		18				144	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Абовский Н. П., Енджиевский Л. В., Инжутов И. С., Деордиев С. В., Палагушкин В. И. Формообразование строительных конструкций: монография(Красноярск: СФУ).
2. Абовский Н.П. Управляемые конструкции: учебное пособие (Красноярск: КрасГАСА).
3. Хечумов Р. А., Кепплер Х., Прокопьев В. И., Хечумов Р. А. Применение метода конечных элементов к расчету конструкций: учебное пособие для студентов строит. специальностей высш. техн. учеб. заведений (Москва: Изд-во АСВ).
4. Сеницын С.Б. Строительная механика в методе конечных элементов стержневых систем: учеб. пособие для техн. вузов(Москва: Изд-во АСВ).
5. Абовский Н.П. Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических районах(Красноярск: КрасГАСА).
6. Енджиевский Л. В., Дмитриев П. А., Инжутов И. С., Стоянов В. В., Жаданов В. И., Деордиев С. В., Плясунова М. А., Никитин В. М., Петухова И. Я., Эклер Н. А. Комбинированные из стали, бетона, дерева пространственные конструкции блочного типа: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск: ИПК СФУ).
7. Жаданов В. И., Абовский Н. П., Енджиевский Л. В., Инжутов И. С., Савченков В. И. Индустриальные конструкции для строительства малоэтажных зданий и сооружений: учеб. пособие по направлению 270100 "Строительство"(Оренбург: ОГУ-СФУ).
8. Рожков А. Ф., Плясунов Е. Г., Жаданов В. И., Ниёзова А. А. Обследование и испытание зданий и сооружений. Методические указания к курсовой работе: учебно-методическое пособие [для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» всех форм обучения](Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. 1.Пакет прикладных программ по математике «MATHCAD».
2. 2.Пакет прикладных программ «MATLAB».Вычислительные комплексы конечноэлементного моделирования и автоматизированного проектирования конструкций SCAD, LIRA, COSMOS, NASTRAN, ANSYS.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. <http://bik.sfu-kras.ru/>

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Аудитории с мультимедийным оборудованием, лаборатории для проведения практических занятий.

Компьютерный класс с доступом к сети Internet.