

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра строительных  
конструкций и управляемых  
систем (СКиУС\_ОПГС)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра строительных  
конструкций и управляемых  
систем (СКиУС\_ОПГС)**

наименование кафедры

**Деордиев С.В.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРИНЦИПЫ  
ФОРМООБРАЗОВАНИЯ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Дисциплина Б1.В.03 Принципы формообразования строительных  
конструкций

Направление подготовки /  
специальность

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

Год набора

очная

2021

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

080000 «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

08.04.01 Строительство. Магистерская программа 08.04.01.03 Теория и проектирование зданий и сооружений

---

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

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

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Неотъемлемая часть инженерной деятельности – мысленное, математи-ческое 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, элек-тромагнетизм 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 получить 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

<b>УК-1:Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</b>	
<b>УК-1.1:Описание сути проблемной ситуации</b>	
Уровень 1	основные методы критического анализа
Уровень 2	принципы формирования концепции проекта
Уровень 1	выявлять проблемные ситуации, используя методы анализа, синтеза и абстрактного мышления
Уровень 1	принципы формирования концепции проекта
<b>УК-1.2:Выявление составляющих проблемной ситуации и связей между ними</b>	
<b>УК-1.3:Сбор и систематизация информации по проблеме</b>	
<b>УК-1.4:Оценка адекватности и достоверности информации о проблемной ситуации</b>	
<b>УК-1.5:Выбор методов критического анализа, адекватных проблемной ситуации</b>	

<b>УК-1.6:Разработка и обоснование плана действий по решению проблемной ситуации</b>	
<b>УК-1.7:Выбор способа обоснования решения (индукция, дедукция, по аналогии) проблемной ситуации</b>	
<b>ПК-1:Способность выполнять и организовывать научные исследования объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-1.1:Формулирование целей, постановка задач исследования в сфере промышленного и гражданского строительства</b>	
Уровень 1	правила технической эксплуатации зданий, сооружений
Уровень 1	использовать существующие нормативные документы при определении надежности строительных конструкций
Уровень 1	информационным материалом по надежности конструкций зданий и сооружений
<b>ПК-1.2:Выбор метода и/или методики проведения исследований в сфере промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-1.3:Составление технического задания, плана и программы исследований промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-1.4:Определение перечня ресурсов, необходимых для проведения исследования</b>	
<b>ПК-1.5:Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-1.6:Разработка математических моделей исследуемых объектов</b>	
<b>ПК-1.7:Проведение математического моделирования объектов промышленного и гражданского строительства в соответствии с его методикой</b>	
<b>ПК-1.8:Обработка и систематизация результатов исследования, описывающих поведение исследуемого объекта</b>	
<b>ПК-1.9:Оформление аналитических научно-технических отчетов по результатам исследования</b>	
<b>ПК-1.10:Представление и защита результатов проведённых научных исследований, подготовка публикаций на основе принципов научной этики</b>	
<b>ПК-1.11:Контроль соблюдения требований охраны труда при выполнении исследований</b>	
<b>ПК-4:Способность разрабатывать проектные решения и организовывать проектирование в сфере промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-4.1:Разработка и представление предпроектных решений для промышленного и гражданского строительства</b>	
Уровень 1	методику исходной информации и нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений объектов
Уровень 1	выполнять расчетное обоснования проектного решения объекта
Уровень 1	составлять аналитический отчет о результатах расчетного обоснования объектов
<b>ПК-4.2:Оценка исходной информации для планирования работ по проектированию объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-4.3:Составление технического задания на подготовку проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-4.4:Выбор архитектурно-строительных и конструктивных решений для</b>	

<b>разработки проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-4.5:Выбор архитектурно-строительных и конструктивных решений, обеспечивающих формирование безбарьерной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения</b>	
<b>ПК-4.6:Контроль разработки проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-4.7:Подготовка технического задания и контроль разработки рабочей документации объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-4.8:Оценка соответствия проектной документации объектов промышленного и гражданского строительства нормативно-техническим документам</b>	
<b>ПК-4.9:Оценка основных технико-экономических показателей проектов объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-5:Способность осуществлять и контролировать выполнение расчетного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
<b>ПК-5.1:Выбор исходной информации и нормативно-технических документов для выполнения расчётного обоснования проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства</b>	
Уровень 1	основные нормативные документы понадежности строительных конструкций
Уровень 1	использовать существующие нормативныедокументы при определении надежностистроительных конструкций
Уровень 1	информационным материалом понадежности конструкций зданий и сооружений
<b>ПК-5.2:Выбор метода и методики выполнения расчётного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства, составление расчётной схемы</b>	
<b>ПК-5.3:Выполнение расчетного обоснования проектного решения объекта промышленного и гражданского строительства и документирование его результатов</b>	
<b>ПК-5.4:Оценка соответствия результатов расчетного обоснования объекта строительства требованиям нормативно-технических документов, оценка достоверности результатов расчётного обоснования</b>	
<b>ПК-5.5:Составление аналитического отчета о результатах расчетного обоснования объектов промышленного и гражданского строительства</b>	

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла.

Философские проблемы науки и техники

Специальные разделы высшей математики

Каркасы зданий из легких металлических конструкций

Комбинированные из стали, бетона, дерева пространственные

конструкции блочного типа

Конструктивная сейсмобезопасность зданий

Основы педагогики и андрагогики

Для освоения дисциплины студент должен обладать знаниями и умениями, полученными при изучении дисциплин общенаучного цикла «Специальные разделы высшей математики», «Методология научных исследований», «Математическое моделирование» программы подготовки магистра, а также освоения в полном объеме программы подготовки бакалавра по направлению «Строительство», профиль «Теория и проектирование зданий и сооружений».

Итоговая государственная аттестация

Основы экспериментальных исследований

Особенности формообразования строительных конструкций из различных материалов

Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

Специальные вопросы теории упругости и пластичности

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (производственная, технологическая)

Преддипломная

1.5 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)	Семестр
		1
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>6 (216)</b>	<b>6 (216)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>



### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Модели реальные физические и мысленные, математические. Сплошные среды – основной тип моделей инженера. Математический анализ – общая модель для сплошных сред и непрерывных процессов.	2	2	0	14	
2	Сплошные среды – основной тип моделей инженера. Конкретизации и упрощения моделей сплошных сред, области их использования.	6	8	0	60	
3	Упрощенные (более абстрактные) модели сплошных сред.	8	8	0	70	

4	Обзор формальных математических структур из и для мысленного моделирования.	2	0	0	0	
Всего		18	18	0	144	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	<p>Элементы мысленных моделей, особенности их формирования и использования – на примере основных понятий моделей сплошных сред (простейшие примеры из теплопередачи и механики).</p> <p>Компьютерные средства моделирования.</p> <p>Простейший пример моделирования теплопередачи разностным и проекционным (МКЭ) методом.</p> <p>Основное назначение бесконечномерных моделей – получение информации из приближенных конечномерных представлений.</p>	2	0	0

2	2	<p>Модели теплопередачи, жидкостей и газов на простых примерах.</p> <p>Дифференцирование, проекционные методы и метод конечных элементов.</p> <p>Компьютерное МКЭ моделирование жидкостей в программе ANSYS.</p>	2	0	0
3	2	<p>Модели электромагнитных процессов.</p> <p>Распределение напряжений и токов в пластине.</p>	2	0	0
4	2	<p>Модели твердых деформируемых тел.</p> <p>Повышенные погрешности классических схем МКЭ, необходимость тщательного контроля.</p> <p>Гибридные КЭ.</p> <p>Простейший пример моделирования плоской задачи теории упругости (расчет балки -стенки) разностным и проекционным (МКЭ) методом.</p>	2	0	0
5	3	<p>Тонкие стержни, пластины и оболочки.</p> <p>Конечные элементы для них. Стержневые системы: МКЭ – метод перемещений. Способы наглядного изображения результатов моделирования.</p>	4	0	0
6	3	<p>Упрощенные модели движения жидкостей, газов в трубах и электрических зарядов в проводниках.</p> <p>Моделирование электрических и тепловых сетей.</p>	4	0	0

7	4	Обзор формальных математических структур из и для мысленного моделирования Исследовательские и проектные модели.	2	0	0
Всего			18	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Элементы мысленных моделей, особенности их формирования и использования – на примере основных понятий моделей сплошных сред (простейшие примеры из теплопередачи и механики).	2	0	0

2	2	<p>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).</p> <p>Тепло и электромагнетизм: аналогия. Тепловое сопротивление, проводимость. Тепловые сети и электрические сети: что сложнее?</p> <p>Моделирование распределения токов и напряжений в пластине методами конечных разностей, конечных элементов; с высокой точностью – по МКЭ-программе ( ANSYS).</p> <p>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	0	0
3	2	<p>Моделирование движения воды в реке и в трубах: приближенно – методами конечных разностей, конечных элементов; с высокой точностью – по МКЭ-программе ( ANSYS).</p>	2	0	0

4	2	Моделирование равновесия простейшей конструкции – балки-стенки (плоское напряженное состояние) методами конечных разностей и конечных элементов; с высокой точностью – по МКЭ-программе (ANSYS).	2	0	0
5	2	Моделирование равновесия и колебаний плотин, приближенное к реальности. Поиск сейсмически опасных форм колебаний (резонаторов).	2	0	0
6	3	Тонкие стержни, пластины и оболочки. Конечные элементы для них. Стержневые системы: МКЭ – метод перемещений. Способы наглядного изображения результатов моделирования.	4	0	0
7	3	Упрощенные модели движения жидкостей, газов в трубах и электрических зарядов в проводниках. Моделирование электрических и тепловых сетей.	4	0	0
Всего			18	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Абовский Н. П., Енджиевский Л. В., Инжутов И. С., Деордиев С. В., Палагушкин В. И.	Формообразование строительных конструкций: монография	Красноярск: СФУ, 2013
Л1.2	Абовский Н.П.	Управляемые конструкции: учебное пособие	Красноярск: КрасГАСА, 1998
Л1.3	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, 1994
Л1.4	Синицын С.Б.	Строительная механика в методе конечных элементов стержневых систем: учеб. пособие для техн. вузов	Москва: Изд-во АСВ, 2002
Л1.5	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, 2004
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	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, 2007
Л2.2	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, 2009

Л2.3	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, 2016
------	---	--	--------------------------

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа студентов составляет 60 часа и включает в себя: самостоятельное изучение теоретического материала, реферат и задачи.

Объем и конкретное наполнение самостоятельной работы по семестрам (семестр 3).

1. Самостоятельное изучение теоретического курса по темам лекционного курса.

Изучение основных понятий и техники метода конечных элементов.

Изучение принципиальных особенностей интерфейсов программных МКЭ-комплексов.

2. Решение задач по разделам практических занятий.

Построение грубой МКЭ-модели плотины Саяно-Шушенской ГЭС. Расчет статики, собственных колебаний, нестационарной динамики (0.5 минуты при землетрясении с одной из собственных частот без учета затухания).

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

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

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	<a href="http://bik.sfu-kras.ru/">http://bik.sfu-kras.ru/</a>
-------	---



## **10 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.