

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан СТФ

И.В. Харламов

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.1.1 «Численные методы решения задач в строительстве»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **08.03.01**

Строительство

Направленность (профиль, специализация): **Промышленное и гражданское строительство**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	В.В. Соколова
Согласовал	Зав. кафедрой «СК»	И.В. Харламов
	руководитель направленности (профиля) программы	В.Н. Лютов

г. Барнаул

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

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-14	владением методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированных проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	методы и средства физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированных проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам, в том числе средства MathCAD и MS Excel для моделирования и обработки результатов экспериментов	выполнять обработку результатов методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированных проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владеть методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам, в том числе уметь применять средства, предоставляемые MathCAD и MS Excel для решения математических задач и обработки экспериментальных данных	методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированных проектирования, стандартных пакетов авто-матизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам, в том числе владеть методиками моделирования с использованием средств математического пакета MathCAD и программного средства MS Excel

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной	Информатика, Математика, Теоретическая механика, Техническая механика, Физика
---	---

дисциплины.	
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Железобетонные и каменные конструкции, Комплексы и программы расчета сооружений на ЭВМ, Компьютерные технологии в строительстве, Металлические конструкции, включая сварку, Механика грунтов, Основания и фундаменты, Современные вычислительные и проектные комплексы, Строительная механика

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	17	34	0	57	60

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 4

Лекционные занятия (17ч.)

1. Тема 1 Решение нелинейных уравнений {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.) [1,9] Методы и средства физического и математического (компьютерного) моделирования.

Средства MathCAD и MS Excel для моделирования и обработки результатов экспериментов

Математическое моделирование в системе MathCAD. Методология решения нелинейных уравнений: отделение и уточнение корня. Решение нелинейных уравнений в MathCAD. Функция root. Нахождение корней алгебраических уравнений (функция polyroots). Решение нелинейных уравнений в MS Excel.

Моделирование поведения стального каната под воздействием собственного веса и сосредоточенной нагрузки. Расчет прогиба тонкой пластины. Вычисление критической силы для стальной колонны двутаврового сечения.

2. Тема 2 Решение систем линейных уравнений (СЛАУ) средствами MathCAD и MS Excel. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[1,2,4]

Обеспечение многовариантности расчетов в универсальных программно-вычислительных комплексах. Решение систем уравнений матричными методами в MathCAD (метод обратной матрицы, функции `lsolve`, `xref`).

Решение СЛАУ в MS Excel методом обратной матрицы (функции `МОПРЕД`, `МУМНОЖ`, `МОБР`).

Итерационные методы решения СЛАУ. Решение СЛАУ в MathCAD с использованием блока `given - find`.

Методы математического моделирования стержневых конструкций с использованием универсальных программно-вычислительных комплексов. Расчет статически определимой фермы. Формирование математической модели. Вычисление усилий в стержнях фермы. Контроль правильности расчетов. Расчет фермы с несколькими вариантами узловых нагрузок.

3. Тема 3 Решение систем нелинейных уравнений в MathCAD {лекция с заранее запланированными ошибками} (2ч.)[1,3,4]

Использование программно-вычислительных комплексов при постановке и проведении экспериментов. Обработка результатов с использованием нелинейных моделей. Два этапа решения системы нелинейных уравнений. Определение начального приближения решения графическим методом. Нахождение решения с заданной точностью использованием блока `given - find`.

4. Тема 4 Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[1,3,4]

Математическое (компьютерное) моделирование на основе дифференциальных уравнений, в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов. Примеры ОДУ из строительной механики.

Задача Коши и краевая задача. Численное интегрирование дифференциальных уравнений средствами стандартных пакетов автоматизации исследований Средства MathCAD для решения дифференциальных уравнений. Блок `given - odesolve` для решения ОДУ и систем дифференциальных уравнений: запись ОДУ, задание начальных и краевых условий. Определение прогиба стержня при продольно-поперечном изгибе, задание условий закрепления концов стержня. Построение эпюр прогиба, изгибающего момента, поперечной силы. Расчет стержня при различных вариантах действующих нагрузок.

Расчет балок на упругом основании с использованием модели Винклера. Дифференциальное уравнение прогиба балки на упругом основании. Запись функции изменения интенсивности распределенной нагрузки $q(x)$. Задание граничных условий. Построение прогиба балки, эпюр изгибающего момента и поперечной силы

5. Тема 5 Приближение функций. Обработка экспериментальных данных.

Аппроксимация. Интерполяция(4ч.)[3,4] Обработка результатов методами и средствами компьютерное моделирование с использованием универсальных программно-вычислительных комплексов и стандартных пакетов автоматизации исследований. Методы постановки и проведения экспериментов по заданным методикам. Обработка результатов экспериментов, представленных таблично. Постановка задачи приближения функций. Два подхода к решению задачи приближения функций: интерполяция и аппроксимация. Интерполяция линейной кусочно-заданной функцией. Средства MathCAD для выполнения линейной интерполяции. Определение значения функции для аргументов, отличных от узловых. Линейная интерполяция по таблице. Использование линейной интерполяции для определения значений в СНИП, ГОСТ.

Аппроксимация. Критерий метода наименьших квадратов для определения наилучшей аппроксимирующей функции.

Аппроксимация в MathCAD. Аппроксимация линейной функцией, полиномом степени k , нелинейной функцией. Оценка аппроксимации. Подбор функциональной зависимости для экспериментально полученных данных (графических и табличных).

Выполнение аппроксимации в MS Excel. Линия тренда. Уравнение линии тренда. Величина достоверности аппроксимации. Типы линий тренда. Порядок построения линии тренда. Определение наилучшей линии тренда.

Лабораторные работы (34ч.)

1. Построение графиков в системах MathCAD и MS Excel(2ч.)[1,4] Построение в одном графическом блоке MathCAD одного или нескольких графиков. Нанесение на график точек. Форматирование графиков, в том числе использование элементов форматирования для отображения эпюр.

Построение точечных диаграмм в MS Excel. Отображение точек корней, максимальных значений.

2. Решение задач в MathCAD с использованием единиц измерения(2ч.)[3] Использование стандартных единиц измерения MathCAD.

Задание русских единиц измерения.

Отображение результатов расчета в заданных единицах измерения

3. Решение нелинейных уравнений в MathCAD {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,4] Решение трансцендентного уравнения в MathCAD с использованием функции root.

Решение алгебраического уравнения с использованием функции polyroots

Расчет стального каната

Расчет прогиба тонкой пластины

4. Решение нелинейных уравнений средствами MS Excel {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1] Решение трансцендентного уравнения с использованием команды ПОДБОР ПАРАМЕТРА

Решение алгебраического уравнения с использованием команды ПОДБОР ПАРАМЕТРА

Вычисление критической силы для стальной колонны двутаврового сечения

5. Контрольная работа на тему "Решение нелинейных уравнений средствами MathCAD и MS Excel(2ч.)[1] Решение нелинейного трансцендентного уравнения в MathCAD

Решение алгебраического уравнения в MathCAD

Решение нелинейного уравнения в MS Excel

Расчет с использованием единиц измерения

6. Решение систем линейных уравнений в MS Excel(2ч.)[1,3] Решение системы матричным методом

Решение системы уравнений с двумя вариантами правых частей

Применение СЛАУ для решения геометрических задач

7. Решение систем линейных уравнений в MathCAD(2ч.)[1,4] Решение системы уравнений матричным способом.

Решение СЛАУ с использованием блока given - find.

Решение СЛАУ с двумя вариантами правых частей

Расчет стержневой системы

8. Определение усилий в стержнях статически - определимой фермы(2ч.)[1,3]

Составление математической модели статически определимой фермы

Реализация решения и анализ результатов

9. Решение систем нелинейных уравнений в MathCAD(2ч.)[1,4] Решение системы двух нелинейных уравнений с предварительным определением начальных значений графическим способом.

Расчет стержневой системы (два стержня, шарнирно соединенных в точке и находящихся под действием силы P (составление математической модели, вычисление нормальных напряжений в стержнях)

10. Контрольная работа на тему "Решение СЛАУ. Решение систем нелинейных уравнений(2ч.)[1] Решение СЛАУ в MathCAD матричным методом и использование блока given - find.

Решение СЛАУ в MS Excel.

Решение системы двух нелинейных уравнений в MathCAD.

Расчет статически определимой фермы (4 узла)

11. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в MathCAD(2ч.)[1,3] Использование блока given -odesolve для решения краевой задачи 2-го порядка, задачи Коши первого и 2-го порядка.

Решение ОДУ с параметрами

Вычисление прогиба балки

12. Использование математических моделей, описываемых дифференциальными уравнениями, из области строительства(2ч.)[1,2,3]

Вычисление прогиба шарнирно-опертой на двух концах балки с одной сосредоточенной нагрузкой.

Расчет прогибов балки на двух шарнирных опорах с парой сосредоточенных сил и распределенными нагрузками.

Вычисление прогибов, изгибающих моментов и поперечных сил балки с сосредоточенной и распределенной нагрузкой.

13. Контрольная работа "Решение обыкновенных дифференциальных уравнений средствами MathCAD"(2ч.)[1] Решение ОДУ с начальными условиями.

Решение ОДУ с краевыми условиями.

Вычисление прогибов, изгибающих моментов, поперечных сил для балок с различными закреплениями концов.

14. Приближение функций. Интерполяция.(2ч.)[3,4] Линейная интерполяция в MathCAD.

Вычисление прочности кирпичного столба.

Линейная интерполяция по таблице с двумя входами.

15. Приближение функций. Аппроксимация.(2ч.)[3,4] Линейная аппроксимация в MathCAD.

Квадратичная аппроксимация.

Подбор функции с использованием аппроксимации.

16. Приближение функций в MS Excel.(2ч.)[2] Линия тренда. Определение коэффициентов приближающей функции и точности аппроксимации.

Подбор функции с использованием линии тренда.

17. Контрольная работа на тему "приближение функций"(2ч.)[2,3] Линейная аппроксимация в MathCAD.

Подбор аппроксимирующей функции в MathCAD.

Подбор аппроксимирующей функции в MS Excel с использованием линии тренда.

Самостоятельная работа (57ч.)

18. Проработка конспектов лекций(4ч.)[Выбрать литературу]

19. Подготовка к тестам(26ч.)[Выбрать литературу]

20. Подготовка к контрольным работам(20ч.)[Выбрать литературу]

21. Изучение литературы(7ч.)[Выбрать литературу]

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Соколова В.В. Решение уравнений и систем уравнений средствами MathCAD и MS Excel: Курс лекций по дисциплине «Численные методы решения задач в строительстве» для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» /Алт. гос. техн. ун-т им И.И. Ползунова. – Барнаул, 2015. – 60 с.

Прямая ссылка: http://elib.altstu.ru/eum/download/sk/Solokova_chmrz.pdf

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. 2□Н. В. Мокрова. Численные методы в инженерных расчетах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Мокрова, Л. Е. Суркова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 91 с. — 978-5-4486-0238-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71739.html>

3. 3□Решение задач прикладной математики в системе MathCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Дуевред. Л. Г. Шевчук. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 100 с. — 978-5-7882-1243-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63986.html>

6.2. Дополнительная литература

4. И. А. Бедарев. Методы вычислений в пакете MathCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. А. Бедарев, Ю. В. Кратова, Н. Н. Федорова, И. А. Федорченко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2013. — 169 с. — 978-5-7795-0659-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68893.html>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8. <http://elib.altstu.ru/elib/main.htm>

9. <https://www.ptc.com/en/products/mathcad/>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-

образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Mathcad 15
2	Microsoft Office Professional
3	LibreOffice
4	Windows
5	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ)
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории
виртуальный аналог специально оборудованных помещений

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».