

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): **Автомобильные дороги**

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

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	В.В. Соколова
Согласовал	Зав. кафедрой «СК»	И.В. Харламов
	руководитель направленности (профиля) программы	Г.С. Меренцова

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, 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 автоматизации 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.	Механика грунтов, Основания и фундаменты, Основания и фундаменты транспортных сооружений, 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](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. Дуев, С. И. Решение задач прикладной математики в системе MathCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов направления 230400.62 "Информационные системы и технологии", дисциплины "Методы оптимизации" ] / С. И. Дуев ; под ред. Л. Г. Шевчук ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. - 100 с. : ил. - 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.



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

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
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. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории

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».