

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности



А.А.Панфилов

« 02 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ
ЗАДАЧ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 08.04.01 «Строительство»

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения заочная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точной аттеста- ции (экз./зачет/зачет с оценкой)
II	2/72		12	-	60	зачет
Итого	2/72		12	-	60	зачет

Владимир 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины. Важным этапом при строительстве инженерных сооружений является их проектирование. При проектировании выполняется большой объем расчетных работ: арифметические вычисления, определение интегралов, решение систем алгебраических уравнений, решение дифференциальных уравнений и др. Целями освоения дисциплины «Численные методы решения инженерно-технических задач в строительстве» является приобретение навыков в освоении методов численного решения типовых задач с привлечением программного комплекса MathCAD.

Задачи: ознакомится с программой MathCAD и научиться выполнять типовые инженерно-технические задачи численными методами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Численные методы решения инженерно-технических задач в строительстве» относится к вариативной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: «Математика», «Информатика», «Сопротивление материалов», «Строительная механика».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1	частичное освоение	Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук. <i>Уметь:</i> правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов <i>Знать:</i> основные источники получения информации, включая методические, справочные и реферативные. <i>Владеть:</i> способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук.
ОПК-2	частичное освоение	Способность анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий. <i>Уметь:</i> применять методы фундаментальной и прикладной математики для решения конкретных задач <i>Знать:</i> методы построения и исследования математических моделей в естественных науках <i>Владеть:</i> навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, навыками анализа математических проблем; понятийным и формальным математическим аппаратом

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Численные методы решения инженерно-технических задач в строительстве	2			12		60	9/50	
1.1	Предмет и задачи численных методов в строительстве. Основные понятия, терминология. Численное дифференцирование.	2	1-2		2		6	1/50	
1.2	Выполнение простейших математических операций в программном комплексе MathCAD.	2	3-4		2		6	1/50	
1.3	Построение и форматирование графиков. Исследование функции: нахождение производных, асимптот	2	5-6				8		Рейтинг-контроль № 1
1.4	Вычислительные блоки и функции. Решение нелинейных уравнений	2	7-8		2		6	1/50	
1.5	Операции с матрицами. Решение системы линейных уравнений	2	9-10		2		6	1/50	
1.6	Элементы программирования. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений 2 порядка	2	11-12		2		6	1/50	Рейтинг-контроль № 2
1.7	Основные положения метода конечных элементов и их реализация в MathCAD	2	13-15				10		
1.8	Расчет МКЭ перемещений и усилий в стержневой конструкции от действия продольной нагрузки	2	16-18		2		12	1/50	Рейтинг-контроль № 3
	Всего за 2 семестр		18		12		60	6/50	зачёт
Всего					12		60	6/50	Зачет

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Выполнение простейших математических операций в программном комплексе MathCAD.

Содержание практического занятия. Знакомство с программой. Основные правила и соглашения. Терминология. Ввод значений, выражений и функций. Методы вычислений.

Тема 2. Построение и форматирование графиков. Исследование функции: нахождение производных, асимптот

Содержание практического занятия. Решение простейших уравнений. Построение и анализ графиков. Дифференциальные вычисления.

Тема 3. Вычислительные блоки и функции. Решение нелинейных уравнений

Содержание практического занятия. Типы нелинейных уравнений. Запись нелинейного уравнения. Методы решения нелинейного уравнения. Применение математических функций MathCAD и вычислительных блоков.

Тема 4. Операции с матрицами. Решение системы линейных уравнений.

Содержание практического занятия. Запись системы линейных уравнений. Ввод матриц. Методы решения системы линейных уравнений.

Тема 5. Элементы программирования. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений 2 порядка

Содержание практического занятия. Функции программирования. Составление программ-функций. Применение программирования для решения нелинейных уравнений. Дифференциальные уравнения. Методы решения дифференциальных уравнений 2 порядка.

Тема 6. Расчет МКЭ перемещений и усилий в стержневой конструкции от действия продольной нагрузки

Содержание практического занятия. Запись алгоритма решения МКЭ в MathCAD. Решение задачи нахождения перемещения и усилий в стержневой конструкции от действия продольной нагрузки численно (методом конечных элементов). Аналитическая проверка.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Численные методы решения инженерно-технических задач в строительстве» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения:

-опережающая самостоятельная работа (изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции);

-работа в команде (выполнение заданий группой студентов под руководством лидера для развития самостоятельного творчества компьютерного проектирования, моделирования и дизайна);

-компьютерные симуляции при проектировании зданий, сооружений, моделирования трехмерных конструкций, дизайна интерьеров, и т.п.;

-при чтении лекций по всем темам используется интерактивная форма проведения занятий и ЭСО.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости

Вопросы рейтинг-контроля

Рейтинг-контроль 1

1. Построить и отформатировать график функции квадратного уравнения.
2. Найти и показать на графике экстремумы заданной функции
3. Найти и показать на графике точки перегиба заданной функции

Рейтинг-контроль 2

1. Постройте график функции и найдите корень с точностью до 0.001 любым численным методом.
$$f(x) := x^3 + 3$$
2. Примените вычислительный блок для решения системы линейных уравнений
3. Решить дифференциальное уравнение 2 порядка функцией odesolve

Рейтинг-контроль 3

1. Составить простейшую функцию-программу
2. Разбить заданную схему на конечные элементы
3. Записать матрицу жесткости МКЭ

Самостоятельная работа студентов

1. Простейшие математические операции в MathCAD
2. Построение и исследование графиков
3. Методы решения уравнений. Применение функций и расчетных блоков
4. Элементы программирования
5. Решение ОДУ 1 и 2 порядков
6. Метод конечных элементов
7. Нахождение перемещений и усилий в стержневых конструкциях МКЭ

Темы РГР

- РГР 1. Исследование функции. Решение нелинейных уравнений
РГР 2. Решение системы линейных уравнений. Решение ОДУ 2 порядка
РГР 3. Применение МКЭ к решению перемещений в строительных конструкциях

Вопросы к зачету

ТЕМА 1. Простейшие операции в MathCAD

1. Что такое ранжированная переменная и как ее задать?

2. Объясните, когда используется простой символ «=», жирный символ «=**=**», символ присвоения «:=»

ТЕМА 2. Решение системы линейных уравнений

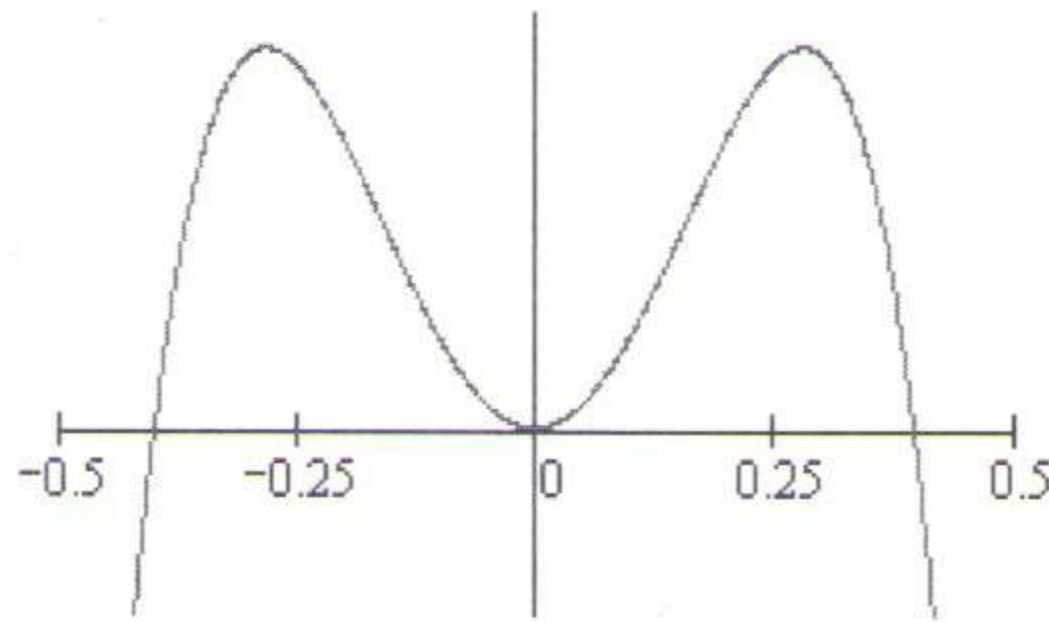
1. Признак единственности решения системы уравнений
2. Что такое матрица коэффициентов?
3. Что такое вектор правых частей?
4. В каких случаях система уравнений не имеет решения?
5. В каких случаях система уравнений имеет множество решений?
6. На каком правиле основана матричная запись системы уравнений?
7. Как формируются столбцы и строки матрицы коэффициентов?
8. В каком случае матричная запись системы уравнений невозможна?
9. Объясните матричную запись системы уравнений
10. Какой коэффициент при x_3 и x_1 следует записать во второй строке матрицы коэффициентов?

$$\begin{aligned}x_1 + 5x_3 &= 2 \\x_2 &= 6 - x_1 \\2x_1 - 4x_3 &= 5 - x_2\end{aligned}$$

ТЕМА 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ УРАВНЕНИЯ

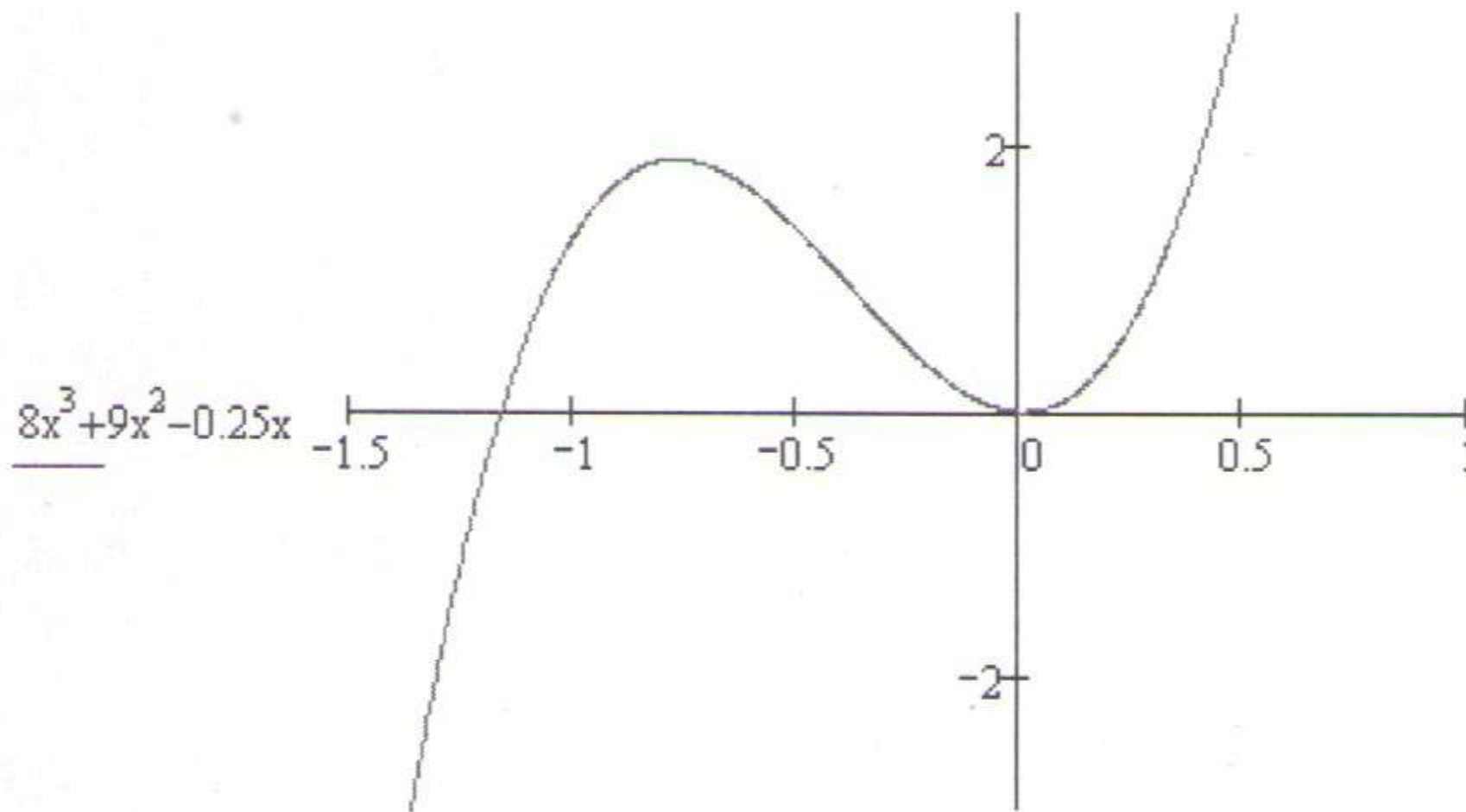
1. В нелинейном уравнении присутствует функция 1.2^x . К какому типу следует отнести данное уравнение?
2. К какому типу следует отнести нелинейное уравнение вида:
 $5x^4 + 3x^6 - 5.6x^3 + x = x^2 - 8$?
3. Сколько корней, включая недействительные, имеет уравнение
 $6x^7 + 9x^3 - 0.25x = 12$?
4. Какой численный метод решения нелинейного уравнения следует применить при поиске корня на интервале $[-0.25; 0.25]$?

$$\sin(x)^2 - 6x^4$$



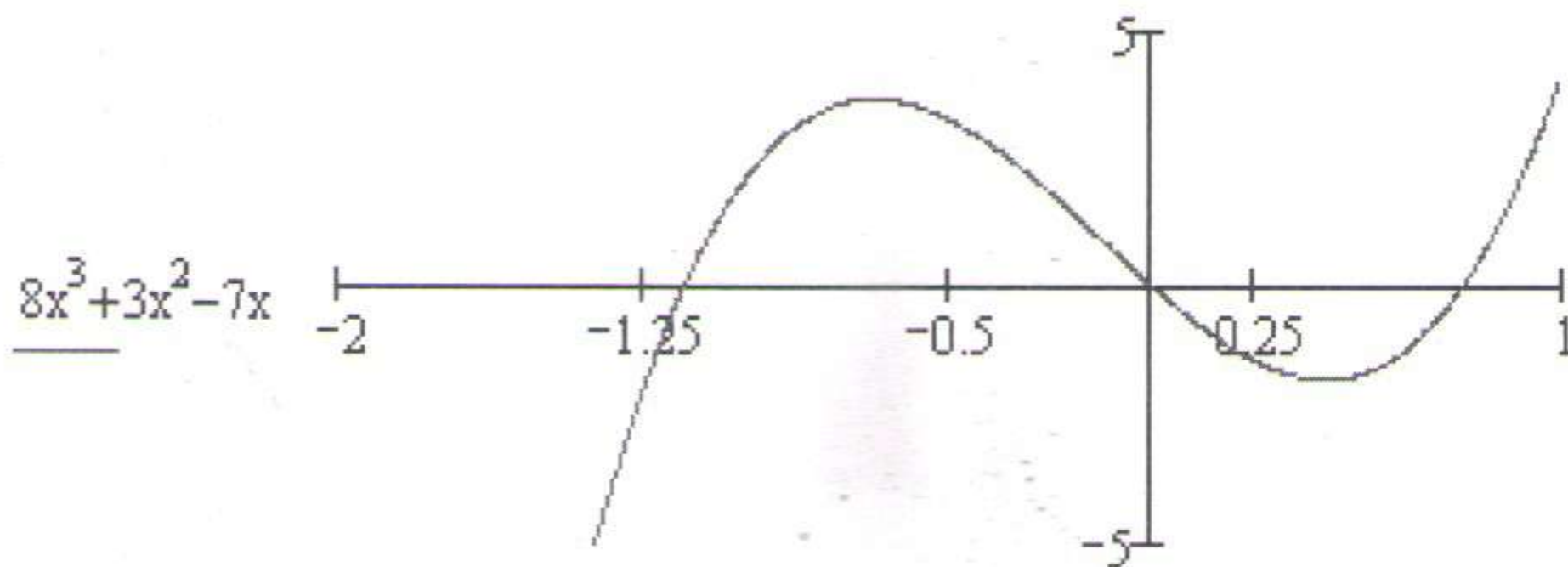
5. Какое начальное приближение для x_0 следует задать при поиске корня в отрицательной области x , решая нелинейное уравнение методом Ньютона?

$$8x^3 + 9x^2 - 0.25x$$



6. Чем отличается процедура отделения корня от процедуры уточнения корня? Покажите на примере рисунка, что необходимо выполнить при отделении корней.

$$8x^3 + 3x^2 - 7x$$



ТЕМА 4. ПРОГРАММИРОВАНИЕ

1. Что такое локальные переменные функции-программы?
2. Опишите алгоритм функций Sm и Sm2. Что получим в качестве вывода той и другой функции?

$$\text{Sm}(a) := \begin{cases} S \leftarrow 1 \\ \text{for } i \in 1..a \\ \quad | x \leftarrow 2 \cdot i \\ \quad | S \leftarrow S + (x^3 - 2) \end{cases}$$

$$\text{Sm2}(a) := \begin{cases} S_0 \leftarrow 1 \\ \text{for } i \in 1..a \\ \quad | x_i \leftarrow 2 \cdot i \\ \quad | S_i \leftarrow S_{i-1} + [(x_i)^3 - 2] \end{cases}$$

3. Опишите алгоритм функции:

$$\text{Fun}(x) := \begin{cases} x^3 - 1 & \text{if } -\infty < x \leq 3 \\ 53 - x^3 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Составьте подобный алгоритм для построения графика функции $x^4 - 1$ в области $x < 1$ и $\sqrt{x^4 - 1}$ в области $x \geq 1$.

4. Необходимо составить сумму квадратов нечетных чисел в интервале $[1, a]$. Составьте функцию-программу.

ТЕМА 5. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

1. Найдите в приведенных ниже уравнениях нелинейное алгебраическое уравнение 3-го порядка и дифференциальное линейное уравнение 3-го порядка:

$$\sin(x)^3 + 2x^3 = (x - 2)^2$$

$$\frac{d^3}{dx^3} y(x) - \sin(x)^3 = y(x)$$

$$(x - 2)^3 - 2x^2 - 0.6 = 0$$

$$2x - 5 \left(\frac{d}{dx} y(x) \right) = y(x)^3$$

$$\sin(x^3) - 3x^3 = 2 - x$$

$$x^3 \cdot \cos(x) - 4x^2 = 6$$

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Малова, Наталья Анатольевна. Численные методы в строительстве [Электронный ресурс] : методические указания / сост. Н. А. Малова, Квофие Р. Охене ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра сопротивления материалов : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2005 .— 44 с. : ил/	2005		http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/530
2. Малова, Наталья Анатольевна. Численные методы в решении задач сопротивления материалов и строительной механики : методическое пособие : [в ч.] / Н. А. Малова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра сопротивления материалов .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2003. Ч. 2: [Электронный ресурс]	2003		file://hq/oudata/LIB/outline/VvizCat/189.pdf .
3. Малова, Наталья Анатольевна. Метод конечных элементов в решении задач сопротивления материалов и строительной механики : методические указания / сост. Н. А. Малова, А. В. Тимохин ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра сопротивления материалов .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2004 .— 31 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 31.	2004	158	
Дополнительная литература			
1. Малова, Наталья Анатольевна. Численные методы в решении задач сопротивления материалов и строительной механики : методические указания / сост. Н. А. Малова, А. В. Тимохин ; Владимирский государ-	2004	80	

ственный университет (ВлГУ), Кафедра сопротивления мате- риалов.— Владимир : Влади- мирский государственный уни- верситет (ВлГУ), 2004.— 37 с. : ил., табл.— Библиогр.: с. 36.			
2. Никулин К.С. Математиче- ское моделирование в системе Mathcad. Методические реко- мендации по выполнению кон- трольных работ по курсу «Ком- пьютерное инженерное моде- лирование» / К. С. Никулин. - Москва : МГАВТ, 2009. - 64 с.	2009		https://znanium.com/catalog/product/403950
3. Денежкина, И. Е. Численные методы: Курс лекций [Элек- тронный ресурс] : Учебное по- собие / И. Е. Денежкина. - М.: Финансовая академия, 2004. - 112 с. - Текст : электронный.	2004		https://znanium.com/catalog/product/497545

7.2. Интернет-ресурсы:

<http://old.exponenta.ru/soft/Mathcad/Mathcad.asp>- образовательный математический сайт. На сайте размещены справочные материалы, методические разработки, ссылки на электронные ресурсы, и т.п.;

<https://www.ptc.com/ru/products/mathcad><http://www.autodesk.ru/> - официальный сайт продуктов PTC (в том числе MathCAD). Размещает сведения о компании, продуктах, ссылки на скачивание.


8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.* Практические занятия проводятся в компьютерной аудитории 109-1, оснащенной 12 рабочими станциями (ОС Windows 8.1), подключенными к домену университетской сети; стационарным проектором и экраном.

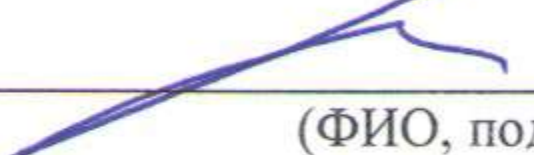
Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MathCAD 14 (MathCAD 14.0 M011 лицензия 14.0.1.286 [709051735] без ограничений).

Рабочую программу составила  доц. Малова Н.А.
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя)

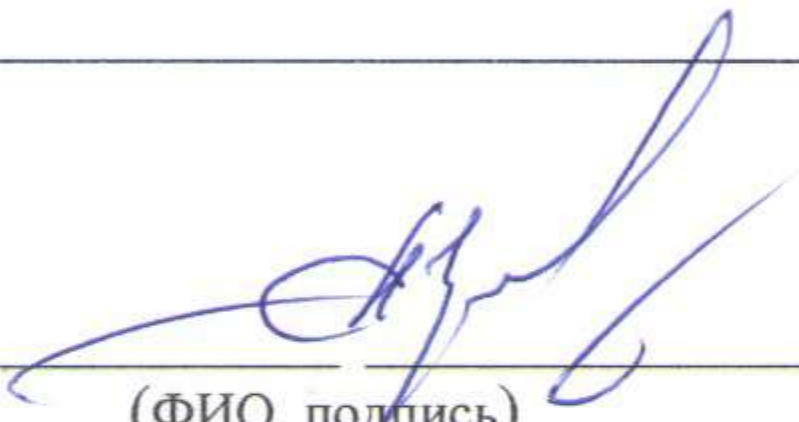
 начальник ПСО ООО «Климат-сервис», к.т.н. А.А. Сушинин
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автомобильные дороги
Протокол № 1 от 02.09.19 года.

Заведующий кафедрой АД  Вихрев А.В.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления Строительство

Протокол № 1 от 02.09.19 года

Председатель комиссии  Авдеев С.Н.
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рецензия

на рабочую программу «Численные методы решения инженерно-технических задач в строительстве», разработанную к.т.н., доц. Н.А. Маловой для подготовки магистров по направлению 08.04.01 «Строительство»

Дисциплина «Численные методы решения инженерно-технических задач в строительстве» предназначена для обучения магистрантами специальности «Строительство» численным методам решения инженерных задач на основе программного комплекса MathCAD.

В рабочей программе достаточно полно представлена методика изучения типовых задач, встречающихся в инженерных расчетах (различного вида уравнения, построение и исследование графиков, составление функций программирования и т.п.). Особенно ценно, что все эти методы рассматриваются в современном программном комплексе MathCAD, что позволяет изучить на примерах численных методов работу в программе, приобрести необходимые навыки и в дальнейшем уверенно использовать приобретенный опыт для практических решений. На завершающем этапе изучения дисциплины рассматривается метод конечных элементов, который дается на практическом примере составления математической модели определения перемещений и продольных усилий в стержне.

Практическая часть позволяет магистранту выполнить большое количество самостоятельной работы и работы под контролем преподавателя, что дает возможность хорошего закрепления материала.

Выполнение учебного плана, предполагаемого данной рабочей программой, позволит освоить не только классические основы численных методов, но и использовать их в дальнейшем, оперативно решая инженерные задачи с применением современных компьютерных технологий.

Рецензент

Начальник ПСО ООО «Климат-сервис», к.т.н.



А.А. Сущинин

«__» 2019 г.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2020-2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 12 от 18.05.2020 года

Заведующий кафедрой СК

Раушан С.У

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____