

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 » 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

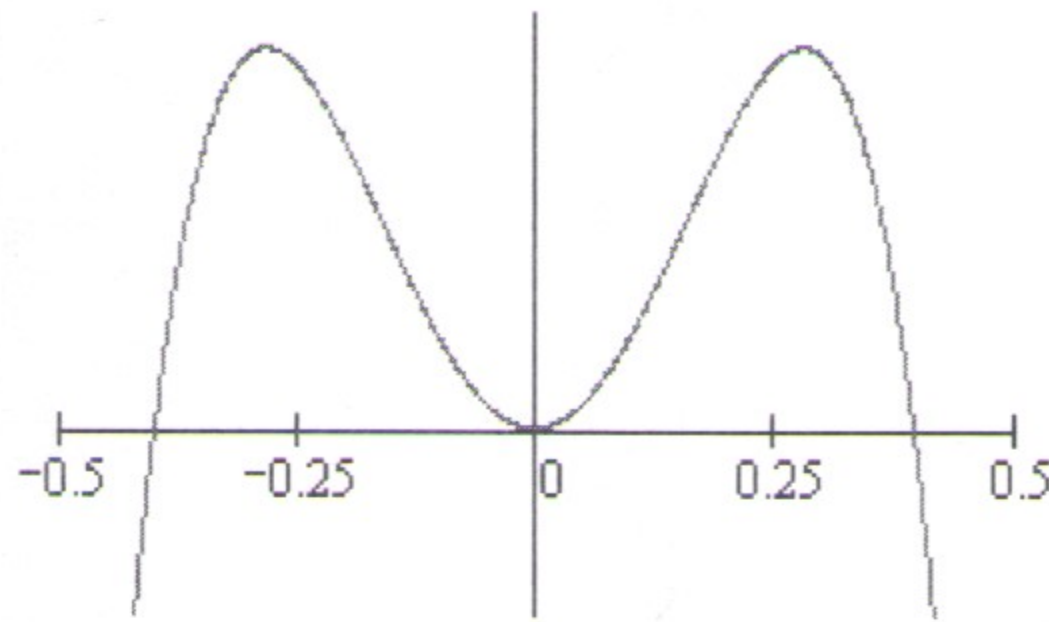
1. Признак единственности решения системы уравнений
2. Что такое матрица коэффициентов?
3. Что такое вектор правых частей?
4. В каких случаях система уравнений не имеет решения?
5. В каких случаях система уравнений имеет множество решений?
6. На каком правиле основана матричная запись системы уравнений?
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?

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

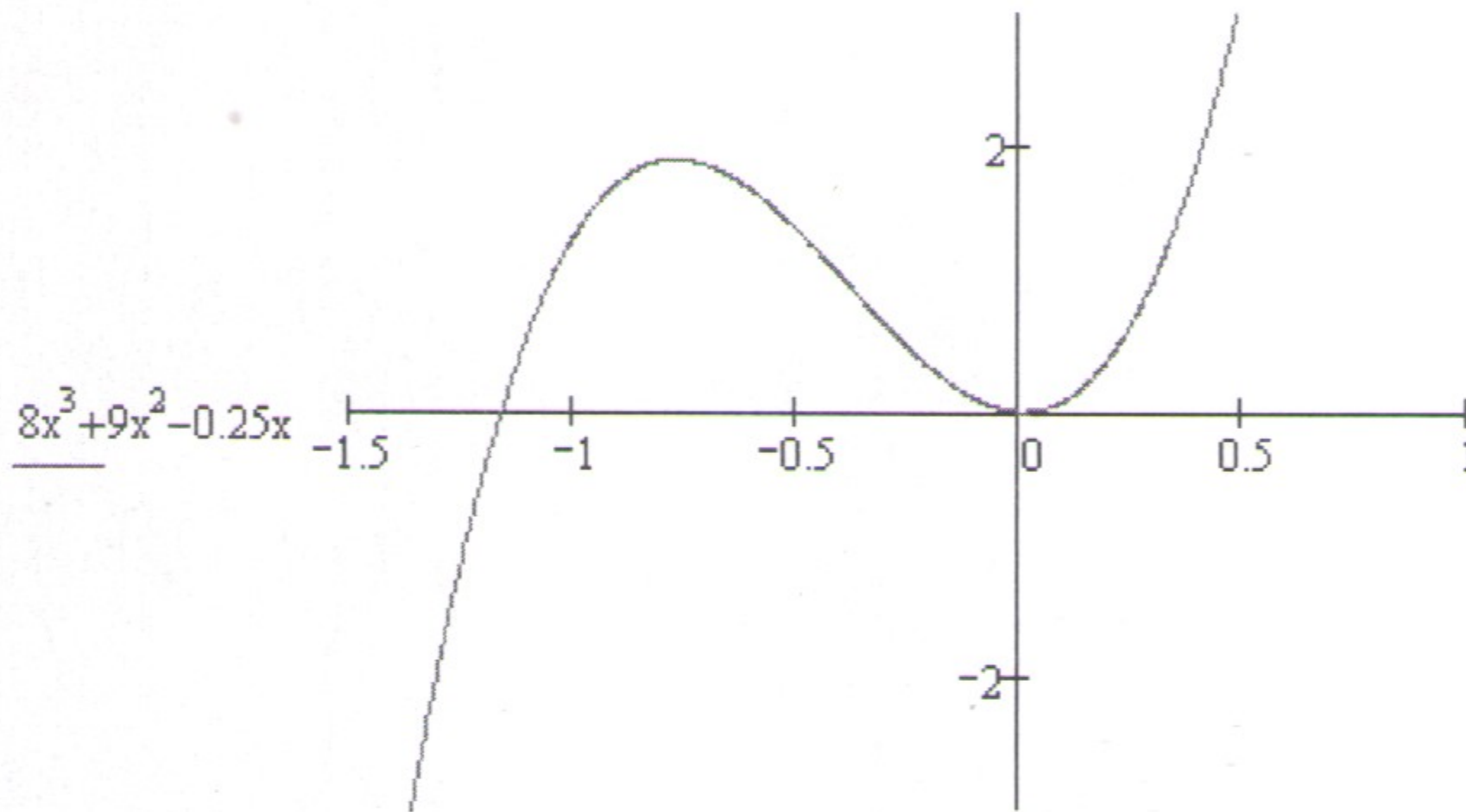
ТЕМА 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ УРАВНЕНИЯ

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 $[-0.25; 0.25]$?

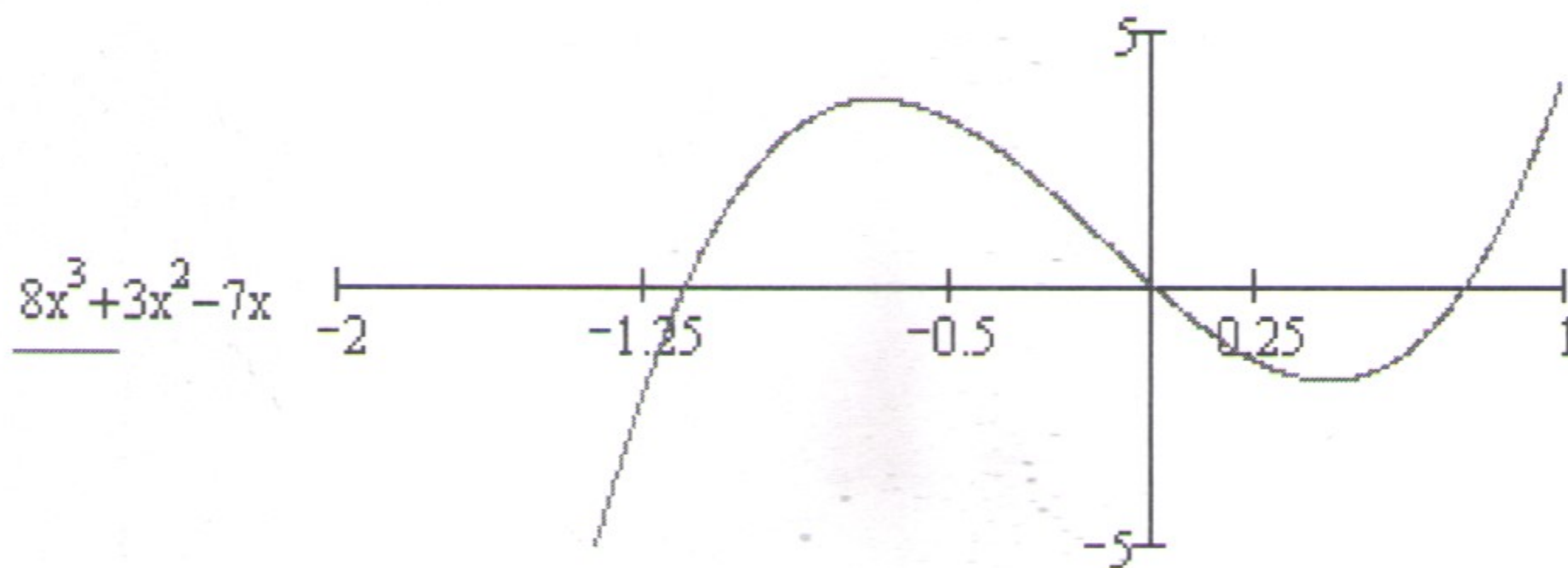
$$\sin(x)^2 - 6x^4$$



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



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



ТЕМА 4. ПРОГРАММИРОВАНИЕ

1. Что такое локальные переменные функции-программы?
2. Опишите алгоритм функций S_m и S_{m2} . 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.

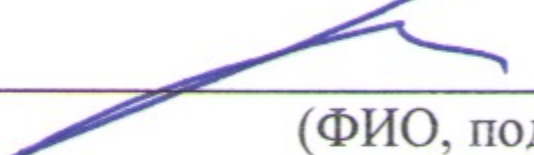
Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MathCAD 14 (MathCAD 14.0 M011 лицензия 14.0.1.286 [709051735] без ограничений).

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

Рецензент
(представитель работодателя)

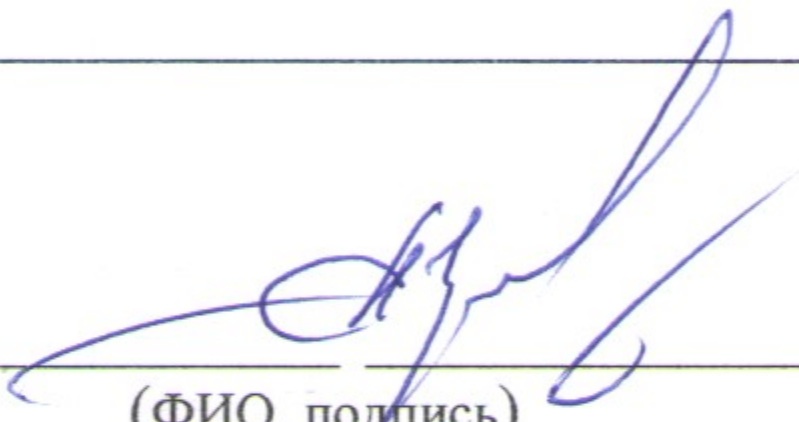
 начальник ПСО ООО «Климат-сервис», к.т.н. А.А. Сушинин
(место работы, должность, ФИО, подпись)

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.