


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
функционального анализа и операторных уравнений

 Каменский М.И.  
подпись, расшифровка подписи  
25.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.10 Принципы построения математических моделей и разработка  
программного обеспечения для автоматизированных информационных  
систем**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 01.04.04 Прикладная математика
- 2. Профиль подготовки:** Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач
- 3. Квалификация выпускника:** магистр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** функционального анализа и операторных уравнений
- 6. Составители программы:** Завгородний Михаил Григорьевич, канд. физ-мат. наук, доцент
- 7. Рекомендована:** НМС математического факультета, протокол № 0500–06 от 25.05.2023
- 8. Учебный год:** 2023-2024 **Семестр(ы):** 1

**9.Цели и задачи учебной дисциплины:** Цель курса - дать студентам математический аппарат для построения и исследования математических моделей, описывающих процессы ряда сетевых технических систем.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина входит часть, формируемую участниками образовательных отношений. Для изучения и освоения дисциплины нужны знания, приобретенные магистрами ранее при обучении в бакалавриате, а именно, нужны знания из курсов математического анализа, дифференциальных уравнений, функционального анализа, вариационного исчисления. Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при выполнении дипломных работ, связанных с математическим моделированием.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен разрабатывать наукоемкое программное обеспечение для автоматизации систем и процессов, а также развивать информационно-коммуникационные технологии	ОПК-3.1	Знает и определяет необходимый инструментарий и программное обеспечение для решения прикладных задач	Знать: основные методы построения математических моделей и методы решения полученных задач  Уметь: описывать процессы в сетевых технических системах в виде краевых задач на графе  Владеть: навыками решения краевых задач на графе
		ОПК-3.2	Осуществляет контроль и проводит анализ изучаемых или реализуемых процессов	Знать: область применения тех или методов построения математических моделей  Уметь: адекватно интерпретировать параметры сетевых технических систем  Владеть: навыками обработки полученной информации для построения адекватных математических моделей
		ОПК-3.3	Имеет практический опыт применения программных средств, используемых при построении математических моделей	Знать: задачи, возникающие при моделировании  Уметь: на основе теоретических знаний составлять программно реализуемые математические алгоритмы полученных задач  Владеть: навыками реализации составленных математических алгоритмов в виде программ
ПК-2	Способен руководить проектами по созданию и эксплуатации программного обеспечения для решения инженерных и экономических задач	ПК-2.1	Знает методы и средства разработки программного обеспечения	Знать: методы формализации задач, возникающих при описании процессов  Уметь: правильно выбрать методы решения полученных задач  Владеть: практическими навыками решения полученных задач

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) экзамен**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам 8 семестр
Аудиторные занятия		32	32
в том числе:	лекции	16	16
	практические		
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		76	76
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (зачет – __ час.)		36	36
Итого:		144	144

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Предмет и задачи курса. Потенциальная энергия	Структура курса. Находится функционал потенциальной энергии элемента системы и функционал потенциальной энергии всей системы.
2	Уравнение Эйлера на графе	Находится функционал, задающий работу, выполненную внешней силой. Исследуется на экстремум функционал равновесия. Уравнение Эйлера на графе. Краевые условия и условия согласования.
3	Разрешимость уравнения Эйлера на графе. Функция Коши	Построение решения и функции Коши уравнения Эйлера на графе. Существование и единственность решения задачи Коши и функции Коши для уравнения Эйлера на графе
4	Невырожденность краевой задачи для уравнения Эйлера на графе. Функция Грина	Краевая задача для уравнения Эйлера на графе и условия ее невырожденности. Характеристический определитель. Специальная фундаментальная система решений уравнения Эйлера на графе. Существование и единственность функции Грина невырожденной краевой задачи на графе. Свойства функции Грина. Построение решения и функции Грина краевой задачи на графе.

#### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)			
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Предмет и задачи курса. Потенциальная энергия	2	2	10	14
2	Уравнение Эйлера на графе	4	4	18	26
3	Разрешимость уравнения Эйлера на графе. Функция Коши	4	4	22	30
4	Невырожденность краевой задачи для уравнения Эйлера на графе. Функция Грина	6	6	26	38
	Итого	16	16	76	108

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции и лабораторные занятия, которые предполагают самостоятельную работу студентов по данной дисциплине. Обучающимся предлагается ряд индивидуальных заданий, которые необходимо выполнять в течение семестров для закрепления пройденного материала и успешного освоения дисциплины. Предусмотрены домашние задания и оформление отчетов выполнения лабораторных заданий, а также дополнительные задания для сильных студентов.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

№ п/п	Источник
1	Завгородний, М. Г. Краевые задачи для дифференциальных уравнений на графе : учебник / М.Г. Завгородний, С.П. Майорова ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— 145, [1] с. : ил. — (Учебник Воронежского государственного университета) .— Библиогр.: с.141-142 .— ISBN 978-5-9273-2250-3.
2	Завгородний, М. Г. Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений (сетевые модели механики) [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / М.Г. Завгородний, С.П. Майорова ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовые файлы .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-32.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-32.pdf</a> >.

#### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Завгородний, М.Г. Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений (прогиб струны) [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Г. Завгородний, С.П. Майорова .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовые файлы .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-235.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-235.pdf</a> >.
2	Покорный, Ю.В. Краткий курс математической теории оптимальных задач : [учебное пособие] / Ю.В. Покорный .— Воронеж : Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 2007 .— 135, [4] с. — Библиогр.: с.137-139.

#### 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ».

#### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Лекционная аудитория (доска, мел, маркеры), компьютерный класс для проведения лабораторных работ, программное обеспечение (MATLAB Classroom (сублицензионный контракт 3010-07/01-19 от 09.01.19); Maxima (GNU General Public License (GPL)); LibreOffice (GNU Lesser General Public License (LGPL)), мультимедийный проектор.

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в форме лабораторных работ и контрольной работы.

**Промежуточная аттестация проводится в форме и включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.**

При оценивании используется следующая шкала:

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям.

*При сдаче зачета*

оценка «зачтено» - 3-5 баллов

оценка «незачтено» - 0-2 балла

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом в области построения алгоритмов модулярной арифметики, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, применять теоретические знания для поставленных задач.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>У обучающегося сформированы знания, умения и навыки в области построения алгоритмов; он способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, применять теоретические знания для решения практических задач; но допускает отдельные несущественные пробелы в своих знаниях, допускает ошибки при выполнении практических задач.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>У обучающегося сформированы неполные знания, умения и навыки; он допускает отдельные существенные пробелы в своих знаниях, допускает существенные ошибки при выполнении практических задач.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Сформированы лишь фрагментарные знания, умения и навыки отсутствуют</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>

**19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### Примеры КИМ

**Задание.** Составьте алгоритм (в виде блок-схемы) и напишите (на любом языке программирования) соответствующую ему программу (программы), позволяющую следующее:

- 1) находить в заданных точках значения функции влияния для задачи о струне с закрепленными концами;
- 2) находить в заданных точках значения функции прогиба струны с закрепленными концами;
- 3) строить график функции прогиба струны с закрепленными концами.

### **Задания**

**1.1.** На основе математических моделей, построенных вариационными принципами, составьте алгоритм (в виде блок-схемы) и напишите (на любом языке программирования) соответствующую ему программу (программы), позволяющую выполнять следующее:

- 1) находить в заданных точках значения функций влияния (функций Грина) для задач о струне при 2 – 3 различных способах закрепления ее концов;
- 2) находить в заданных точках значения функций прогиба струны при 2 – 3 различных способах закрепления ее концов;
- 3) строить графики функций прогиба.

**1.2.** Напишите программу, объединяющую программы обработки математических моделей механики и обеспечивающую интерфейс пользователя полученной автоматизированной системы.

По выполненному заданию необходимо подготовить отчет и скомпилированную работающую программу. Отчет (одним файлом в одном из следующих форматов: doc, docx или pdf) и скомпилированную программу (одним файлом в формате exe) вышлите на образовательный портал ВГУ.

Отчет должен содержать:

- 1) Титульный лист (указать ФИО выполнившего, курс, группу).
- 2) Условие задания.
- 3) Алгоритмы решения поставленной задачи. Алгоритмы оформить в виде блок-схем в соответствии с ГОСТом 19.701-90 (ИСО 5807-85) Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения / ГОСТ от 26 декабря 1990 года №19.701-90 (<http://docs.cntd.ru/document/9041994>).
- 4) Листинги (коды) программ, реализующих построенные алгоритмы.
- 5) Результаты работы программы.
- 6) Выводы.
- 7) Список использованной литературы и интернет-источников.

Программа и ее скомпилированный вариант должны в начале их работы выводить сообщение том, кто написал программу (указать ФИО выполнившего, курс, группу).

**Пример контрольного задания (вариант задания)**

**Контрольная работа**

по дисциплине «Математические модели сетевых технических систем»

Вариант № \_\_\_\_

Даны три растянутые нити (струны)  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ , длина каждой из которых равна 4, а сила натяжения  $p(x) = \frac{2}{4+x}$ ,  $x \in \gamma_i, i = \overline{1,3}$ . На каждую нить  $\gamma_i$  действует внешняя сила интенсивности  $f(x) = x-1, x \in \gamma_i$ . Все три нити расположены вдоль графа-пучка и в их общем узле связаны. Составьте краевую задачу, описывающую деформацию системы нитей, если несвязанный конец первой нити закреплен, а несвязанные концы остальных двух нитей свободны. Найдите решение полученной краевой задачи. Постройте график деформаций системы нитей.