

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
А. Филоц. н. проф. Елина Е.Г.
2016 г.



Рабочая программа дисциплины

НЕПРЕРЫВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Направление подготовки

01.04.02 - «Прикладная математика и информатика»

Профиль подготовки

«Математическая физика и современные компьютерные технологии»

«Математическое и информационное обеспечение экономической
деятельности»

«Математические и компьютерные методы обработки информации»

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

очная

Саратов,
2016 год

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____ д.филол.н., проф. Елина Е.Г.
" _ " _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины

НЕПРЕРЫВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Направление подготовки

01.04.02 - «Прикладная математика и информатика»

Профиль подготовки

«Математическая физика и современные компьютерные технологии»

«Математическое и информационное обеспечение экономической
деятельности»

«Математические и компьютерные методы обработки информации»

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

очная

Саратов,
2016 год

1. Цели освоения дисциплины

Цель курса "Непрерывные математические модели" – дать основы общей теории математических моделей, возникающих в механике, электродинамике, оптике, термодинамике и т.д.

Преподавание курса имеет целью изложение основных сведений о моделях математической физики, о методах решения задач, сводящихся к дифференциальным уравнениям и к системам дифференциальных уравнений в частных производных.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Непрерывные математические модели» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части ООП по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика. Индекс Б1.Б.4.

- «Методы математической физики»
- «Дифференциальные и интегральные уравнения»
- «Практикум на ЭВМ»

Входные знания:

- «Математический анализ»
- «Высшая алгебра»
- «Дифференциальные и интегральные уравнения»
- «Аналитическая геометрия»
- «Теория функций комплексного переменного»
- «Концепция современного естествознания»

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины "Непрерывные математические модели": ОК-1, ПК-2

В процессе обучения у студента должны сформироваться следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

•Знать:

- основные математические модели, описывающие физические, химические, биологические, социальные, экономические процессы и явления, и приводящие к дифференциальным уравнениям;
- постановки основных типов задач математической физики;

- свойства решений и методы нахождения решений основных задач математической физики;
- **Уметь:**
 - правильно выбрать математическую модель для изучаемого процесса;
 - правильно ставить соответствующие задачи;
 - находить решения некоторых основных типов задач;
 - анализировать полученные решения;
- **Владеть**
 - методами математического моделирования при изучении объектов различной природы.

4. Структура и содержание дисциплины "Непрерывные математические модели"

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практика	Ксп	Самост. работа	
РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ								
1	Тема 1.1. Общие сведения о построении математических моделей задач естествознания, уравнениях в частных производных и краевых условиях.	2	1-2		2		7	
2	Тема 1.2. Классификация уравнений и задач математической физики. Анализ размерностей.	2	3-4		2	0,5	7	
РАЗДЕЛ 2. ЗАДАЧИ, ПРИВОДЯЩИЕ К ОБЫКНОВЕННЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЯМ								
3	Тема 2.1. Задачи радиоактивного распада вещества и термодинамики	2	5-6		2		8	
4	Тема 2.2. Задачи							

	кинематики, динамики и молекулярной физики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям	2	7-8		2	0,5	8	
5	Тема 2.3. Понятие о теории устойчивости решений. Задачи электротехники, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.	2	9-11		3		8	
РАЗДЕЛ 3. ЗАДАЧИ, ПРИВОДЯЩИЕ К УРАВНЕНИЯМ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ								
6	Тема 3.1. Задачи электродинамики, гидро-газодинамики, механики, теории упругости, квантовой механики, химии, биологии, социологии и других областей естествознания, приводящие к уравнениям в частных производн.	2	12-13		2	0,5	8	
7	Тема 3.2. Аналитические методы решения и исследования поведения решений.	2	14-16		3	0,5	8	Контрольная работа
Промежуточная аттестация								зачет
ИТОГО:		72		-	16	2	54	

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ

Тема 1.1. Общие сведения о построении математических моделей задач естествознания, уравнениях в частных производных и краевых условиях.

Примеры построения математических моделей задач естествознания нахождение их приближенных решений. Анализ полученных решений и выяснение причин получения неблагоприятных решений. Понятие корректно и некорректно поставленных задач. Примеры. Обсуждение условий применимости различных математических моделей.

Тема 1.2. Классификация уравнений и задач математической физики.

Анализ размерностей. Классификация уравнений и задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных

производных. Понятие характеристической поверхности. Анализ размерностей. Пи-теорема.

РАЗДЕЛ 2. ЗАДАЧИ, ПРИВОДЯЩИЕ К ОБЫКНОВЕННЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЯМ.

Тема 2.1. Задачи радиоактивного распада вещества и термодинамики.

Вывод уравнений радиоактивного распада. Закон Фурье. Задачи термодинамики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Тема 2.2. Задачи кинематики, динамики и молекулярной физики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Задачи, описывающие движение тел в среде с сопротивлением, адиабатические процессы, геометрические задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Уравнение математического маятника. Понятие о линеаризации дифференциальных уравнений. Точные и приближённые решения.

Тема 2.3. Понятие о теории устойчивости решений. Задачи электротехники, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Устойчивость положения равновесия по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость положения равновесия. Функция Ляпунова, теорема Ляпунова. Центробежный регулятор Вышнеградского. Предельные циклы. Устойчивые, вполне не устойчивые и полуустойчивые циклы. Функция последования. Критерий существования предельных циклов. Грубые предельные циклы. Примеры задач, демонстрирующие устойчивость и её отсутствие. Ламповый генератор.

РАЗДЕЛ 3. ЗАДАЧИ, ПРИВОДЯЩИЕ К УРАВНЕНИЯМ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ.

Тема 3.1. Задачи электродинамики, гидро-газодинамики, механики, теории упругости, квантовой механики, химии, биологии, социологии и других областей естествознания, приводящие к уравнениям в частных производных.

Вывод уравнений Максвелла. Вывод телеграфного уравнения, дисперсия волн. Уравнение продольных и поперечных колебаний стержня. Уравнение переноса. Уравнение газо-гидродинамики. Уравнение Шрёдингера.

Тема 3.2. Аналитические методы решения и исследования поведения решений.

Колебание струн музыкальных инструментов. Физические аналогии. Задача о фазовом переходе. Уравнение Кортевега-де-Фриза. Математические модели в химической кинетике. Модель Хищник-жертва.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При проведении практических занятий предусматривается использование информационных технологий, включающих пакеты стандартных статистических программ: Statistica, SPSS и др. Использование информационных технологий осуществляется, в частности, в процессе реализации активных и интерактивных форм проведения занятий.

Информационные и интерактивные технологии используются при обсуждении проблемных и неоднозначных вопросов, требующих выработки решения в ситуации неопределенности.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30 % аудиторных занятий.

Особенности проведения занятий для граждан с ОВЗ

При обучении лиц с ограниченными возможностями используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В качестве самостоятельной работы обучающемуся предлагается освоить в полном объеме базовый пакет учебных материалов.

При проведении аудиторных занятий самостоятельная работа на подготовительном этапе проводится в непосредственном взаимодействии обучающегося и преподавателя.

В качестве обеспечения контроля в освоении дисциплины обучающимися предполагается проведение контрольных работ, завершающих соответствующий раздел учебного курса.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Общие сведения о построении математических моделей задач естествознания, уравнениях в частных производных и краевых условиях.
2. Примеры построения математических моделей задач естествознания нахождение их приближенных решений. Анализ полученных решений и выяснение причин получения неблагоприятных решений.
3. Понятие корректно и некорректно поставленных задач. Примеры.
4. Обсуждение условий применимости различных математических моделей.
5. Классификация уравнений и задач математической физики. Анализ размерностей.
6. Классификация уравнений и задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Понятие характеристической поверхности. Анализ размерностей. Пи-теорема.
7. Задачи радиоактивного распада вещества и термодинамики. Вывод уравнений радиоактивного распада. Закон Фурье. Задачи термодинамики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.
8. Задачи кинематики, динамики и молекулярной физики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.
9. Задачи, описывающие движение тел в среде с сопротивлением, адиабатические процессы, геометрические задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.
10. Уравнение математического маятника. Понятие о линеаризации дифференциальных уравнений. Точные и приближённые решения.
11. Понятие о теории устойчивости решений.
12. Задачи электротехники, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

13. Устойчивость положения равновесия по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость положения равновесия. Функция Ляпунова, теорема Ляпунова
14. Центробежный регулятор Вышнеградского.
15. Предельные циклы. Устойчивые, вполне не устойчивые и полуустойчивые циклы.
16. Функция последования.
17. Критерий существования предельных циклов.
18. Грубые предельные циклы.
19. Примеры задач, демонстрирующие устойчивость и её отсутствие.
20. Ламповый генератор.
21. Задачи электродинамики, гидро-газодинамики, механики, теории упругости, квантовой механики, химии, биологии, социологии и других областей естествознания, приводящие к уравнениям в частных производных.
22. Вывод уравнений Максвелла.
23. Вывод телеграфного уравнения, дисперсия волн.
24. Уравнение продольных и поперечных колебаний стержня.
25. Уравнение переноса.
26. Уравнение газо-гидродинамики.
27. Уравнение Шрёдингера.
28. Аналитические методы решения и исследования поведения решений.
29. Колебание струн музыкальных инструментов. Физические аналогии.
30. Задача о фазовом переходе.
31. Уравнение Кортевега-де-Фриза.
32. Математические модели в химической кинетике.
33. Модель Хищник-жертва.

Вопросы к зачету

1. Общие сведения о построении математических моделей задач естествознания, уравнениях в частных производных и краевых условиях. Примеры построения математических моделей задач естествознания нахождение их приближенных решений. Анализ полученных решений и выяснение причин получения неблагоприятных решений. Понятие корректно и некорректно поставленных задач. Примеры. Обсуждение условий применимости различных математических моделей.
2. Классификация уравнений и задач математической физики. Анализ размерностей. Классификация уравнений и задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Понятие характеристической поверхности. Анализ размерностей. Пи-теорема.
3. Задачи радиоактивного распада вещества и термодинамики.

Вывод уравнений радиоактивного распада. Закон Фурье. Задачи термодинамики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

4. Задачи кинематики, динамики и молекулярной физики, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Задачи, описывающие движение тел в среде с сопротивлением, адиабатические процессы, геометрические задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Уравнение математического маятника. Понятие о линеаризации дифференциальных уравнений. Точные и приближённые решения.

5. Понятие о теории устойчивости решений. Задачи электротехники, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.

Устойчивость положения равновесия по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость положения равновесия. Функция Ляпунова, теорема Ляпунова. Центробежный регулятор Вышнеградского. Предельные циклы. Устойчивые, вполне не устойчивые и полуустойчивые циклы. Функция последования. Критерий существования предельных циклов. Грубые предельные циклы. Примеры задач, демонстрирующие устойчивость и её отсутствие. Ламповый генератор.

6. Задачи электродинамики, гидро-газодинамики, механики, теории упругости, квантовой механики, химии, биологии, социологии и других областей естествознания, приводящие к уравнениям в частных производных.

Вывод уравнений Максвелла. Вывод телеграфного уравнения, дисперсия волн. Уравнение продольных и поперечных колебаний стержня. Уравнение переноса. Уравнение газо-гидродинамики. Уравнение Шрёдингера.

7. Аналитические методы решения и исследования поведения решений.

Колебание струн музыкальных инструментов. Физические аналогии. Задача о фазовом переходе. Уравнение Кортевега-де-Фриза. Математические модели в химической кинетике. Модель Хищник-жертва.

Контрольная работа

1. Найти кривую, для которой площадь треугольника, образованного касательной, ординатой точки касания и ось абсцисс, есть величина постоянная, равная a^2 , проходящую через точку с координатами $(a, 2a)$.

2. Найти кривую, для которой сумма катетов треугольника, образованного касательной, ординатой точки касания и осью абсцисс, есть величина постоянная, равная b , проходящую через точку с координатами $(b(\ln \frac{b}{2} - \frac{1}{2}); \frac{b}{2})$.

3. Найти кривую, обладающую следующим свойством: отрезок оси абсцисс, отсекаемый касательной и нормалью, проведенными из произвольной точки кривой равен $2a$, и проходящую через точку $(a; 2a)$.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
2	0	0	40	20	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента за 2 семестр:

Лекции

Не предусмотрены.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Контроль выполнения практических заданий в течение одного семестра - от 0 до 40 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 15 баллов;
- от 51% до 75% – 30 баллов;
- от 76% до 100% – 40 баллов.

Самостоятельная работа

Оценивается качество домашних работ, проверяется грамотность в оформлении и правильность выполнения - от 0 до 20 баллов

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 10 баллов;
- от 51% до 75% – 15 баллов;
- от 76% до 100% – 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности, не вошедшие в предыдущие колонки таблицы - от 0 до 10 баллов.

Контрольная работа – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- менее 25% – 0 баллов;
- от 25% до 50% – 4 баллов;
- от 51% до 75% – 6 баллов;
- от 76% до 100% – 10 баллов.

Промежуточная аттестация

При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим примером ранжирования:

21-30 баллов – ответ на «отлично»

11-20 баллов – ответ на «хорошо»

6-10 баллов – ответ на «удовлетворительно»

0-5 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за второй семестр по дисциплине "Непрерывные математические модели" составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине "Непрерывные математические модели" в зачет:

50 баллов и более	«зачтено» (при недифференцированной оценке)
меньше 50 баллов	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Авторский лекционный курс, раздаточный материал (для контрольных и самостоятельных работ) и следующие источники:

а) основная литература:

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики, М.: Наука, 2004 (3 экз.)

2. В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. Уравнения математической физики. Изд. 2. [Электронный ресурс] -М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008.

<http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-9221-0310-7>

б) дополнительная литература:

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001

2. Б. М. Будаков, А. А. Самарский, А. Н. Тихонов. Сборник задач по математической физике Учеб. пособие - 4-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.

3. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. – М.: Наука, 1983.

4. Михлин С.Г. Линейные уравнения в частных производных. – М.: Наука, 1977.

5. Бицадзе А.В. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1982.

6. Кошляков И.С. и др. Уравнения в частных производных математической физики, М.: Наука, 1970.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы: <http://www.sgu.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с обязательным наличием специализированной доски, мела (маркера), проектора и пр., с возможностью размещения всех обучающихся.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 - ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА и профилям подготовки: «Математическая физика и современные компьютерные технологии», «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», «Математические и компьютерные методы обработки информации»

Автор:

Г.В. Хромова _____

Программа разработана в 2015г. (одобрена на заседании кафедры математической физики и вычислительной математики, протокол №2, от 16 сентября 2015г.)

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры математической физики и вычислительной математики, протокол № 1, от 29 августа 2016 г.)

Подписи:

Зав. кафедрой МФ и ВМ:

В. А. Юрко _____

Декан механико-математического факультета:

А. М. Захаров _____

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с обязательным наличием специализированной доски, мела (маркера), проектора и пр., с возможностью размещения всех обучающихся.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 - ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА и профилям подготовки: «Математическая физика и современные компьютерные технологии», «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», «Математические и компьютерные методы обработки информации»

Автор:

Г.В. Хромова 

Программа разработана в 2015г. (одобрена на заседании кафедры математической физики и вычислительной математики, протокол №2, от 16 сентября 2015г.)

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры математической физики и вычислительной математики, протокол № 1, от 29 августа 2016 г.)

Подписи:

Зав. кафедрой МФ и ВМ:

В. А. Юрко 

Декан механико-математического факультета:

А. М. Захаров 