

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра дифференциальных уравнений

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

20 июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Некорректные задачи

Направление подготовки (специальности)
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)
«Математическое моделирование и вычислительная математика»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 19 апреля 2023 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК
математического факультета
протокол № 9 от 3 мая 2023 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Некорректные задачи» является изучение эволюционных процессов с двух точек зрения: принципа детерминизма классического естествознания и понятия случайности. Знакомство с основными понятиями и простейшими методами исследования динамических систем и теории случайных процессов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы бакалавриата

Для её успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, функциональный анализ, линейная алгебра, теория вероятности, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики. Знания и умения, полученные при изучении курса «Некорректные задачи», необходимы для решения прикладных задач и могут использоваться студентами в курсовых и дипломных работах.

Данная дисциплина относится к дисциплине по выбору вариативной части Блока 1 для бакалавров 3 года обучения по направлению «Прикладная математика и информатика».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| Формируемая компетенция (код и формулировка) | Индикатор достижения компетенции (код и формулировка) | Перечень планируемых результатов обучения |
|--|--|--|
| Универсальные компетенции | | |
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | ИД-УК-1.1 Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности | Знать: – основные понятия корректных и некорректных задач. Уметь: – уметь приводить примеры корректно поставленных задач, некорректно поставленных задач. Владеть навыками: – способами определения корректности и некорректности задач. |
| Общепрофессиональные компетенции | | |

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-1 Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности. | ИД-ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук. | Знать: <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия корректных и некорректных задач. Уметь: <ul style="list-style-type: none"> – уметь приводить примеры корректно поставленных задач, некорректно поставленных задач. |
| | ИД-ОПК-1.2 Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности. | Уметь: <ul style="list-style-type: none"> – решать базисные, типовые задачи методом Фурье, методом характеристик. Владеть навыками: <ul style="list-style-type: none"> – вывода базисных уравнений, интерпретаций полученных результатов, пользоваться учебной, справочной литературой по данному модулю. |

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 акад. часа.

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ |
|----------|--|---------|---|--------------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|--|
| | | | Контактная работа | | | | | | |
| | | | лекции | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | самостоятельная работа | |
| 1. | Об определении корректных и некорректных задач. | 6 | 2 | | | | | 1 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| 2. | Некорректные задачи линейной алгебры. Обобщение понятия решения. Псевдорешения. | 6 | 2 | 2 | 2 | | | 1 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |

| | | | | | | | | | |
|-----|---|---|-----------|-----------|-----------|----------|------------|-------------|--|
| 3. | Интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма первого и второго рода. Примеры некорректных задач. | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | | 1 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| | <i>в том числе с ЭО и ДОТ</i> | | | | | | | 2 | <i>Индивидуальные задания ЭУК в LMS Moodle</i> |
| 4. | Корректность постановки задачи для уравнений Вольтерра и Фредгольма второго рода. Методы их решений. | 6 | 1 | 2 | 1 | | | 1 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| 5. | Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задачи Коши. Краевые задачи. | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | | 1 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| 6. | Дифференциальные уравнения с частными производными параболического типа. Некорректные задачи. Пример Адамара. | 6 | 1 | 2 | 1 | | | 1 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| 7. | Эллиптические уравнения. Классический пример Адамара. | 6 | 1 | 1 | 1 | | | 2 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| 8. | Гиперболические задачи. Пример корректно поставленной задачи. Некорректные задачи. | 6 | 2 | 3 | 3 | 1 | | 2 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| | <i>в том числе с ЭО и ДОТ</i> | | | | | | | 2 | <i>Индивидуальные задания ЭУК в LMS Moodle</i> |
| 9. | Метод Галеркина. | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 2 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| 10. | Нелинейная динамика и некорректные задачи. | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 2 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| 11. | О некоторых методах решения некорректных задач. | 6 | 2 | | 2 | 1 | | 2 | Фронтальный опрос и обсуждение пройденной темы |
| | | | | | | | 0,3 | 1,7 | Зачёт |
| | Всего | | 16 | 16 | 16 | 6 | 0,3 | 17,7 | |
| | <i>в том числе с ЭО и ДОТ</i> | | | | | | | 2 | <i>Индивидуальные задания ЭУК в LMS Moodle</i> |

Примечание: объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «Некорректные задачи» в LMS Moodle), определяется каждым студентом в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.

Содержание разделов дисциплины

1. Об определении корректных и некорректных задач
2. Некорректные задачи линейной алгебры. Обобщение понятия решения. Псевдорешения.
3. Интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма первого и второго рода. Примеры некорректных задач.
4. Корректность постановки задачи для уравнений Вольтерра и Фредгольма второго рода. Методы их решений.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задачи Коши. Краевые задачи.
6. Дифференциальные уравнения с частными производными параболического типа. Некорректные задачи. Пример Адамара.
7. Эллиптические уравнения. Классический пример Адамара.
8. Гиперболические задачи. Пример корректно поставленной задачи. Некорректные задачи.
9. Метод Галеркина.
10. Нелинейная динамика и некорректные задачи.
11. О некоторых методах решения некорректных задач

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Академическая лекция с элементами лекции-беседы — последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие — занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации — вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

- **Электронный учебный курс «Концепции современного естествознания» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:
 - представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;

- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимся и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:
 - программы Microsoft Office;
 - издательская система LaTeX;
 - Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»

http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск. 2009. 457 с.
2. Вайникко Г.М. Методы решения линейных некорректно поставленных задач. Тарту. Изд-во: ТГУ. 1982. 152 с.
3. Тихонов А., Леонов А., Ягола А. Нелинейные некорректные задачи. Москва: Наука. 1995. 190 с.

б) дополнительная литература

1. Годунов С.К. Уравнения математической физики. М. Наука. 1979. 392с.
2. Биргкан С.Е. Интегральные уравнения и краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Ярославль. 2003. 88 с.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) — списочному составу группы обучающихся.

Автор:

доцент кафедры дифференциальных уравнений, к.ф.-м.н. Д.А. Куликов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Некорректные задачи»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации**
(проверка сформированности ОПК-1, индикатор ИД-ОПК-1_1
(в части умения нахождения экстремали, умения исследования функционала)

Фронтальный опрос. Примеры вопросов.

1. Привести примеры корректных задач: а) в линейной алгебре; б) для интегральных уравнений; в) уравнений математической физики.
2. Привести пример первой некорректной задачи, т.е. пример Адамара.
3. Сформулировать теорему существования и единственности задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Привести пример, когда ее решения неустойчивы.
4. Идея метода Галеркина. Пример использования метода Галеркина, который приводит к некорректному решению.
5. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными. Примеры уравнений разных типов.
6. Дать определение условной корректности и объяснить содержательность такого определения.

Правила выставления оценки за фронтальный опрос

Оценка выставляется по следующему принципу:

- полностью и правильно раскрыта тема (сообщены основные понятия, концепции, связь с другими разделами естествознания) — 3 балла;
- тема раскрыта полностью, но отсутствуют нужные пояснения основных понятий, концепций (сообщены основные понятия, концепции, связь с другими разделами естествознания) — 2 балла;
- тема раскрыта формально — 1 балл.

Контрольная работа

1. Дать определение

а) некорректной задачи

б) привести пример краевой задачи для уравнения теплопроводности, которая некорректна.

2. Определить два члена разложения по степеням ε уравнения

$$x^4 - \varepsilon x - 1 = 0$$

3. При каких значениях параметра a задача о нахождении периодических решений дифференциального уравнения

$$\ddot{x} + (a^2 + a)x = \sin kt$$

некорректна, если $k = 2$.

4. При каких значениях параметра μ задача о нахождении решения интегрального уравнения

$$y(x) = \mu \int_1^{\ln 2} \exp(as)y(s)ds + \exp(x)$$

некорректна, если $a = 1$.

Правила выставления оценки по результатам контрольной работы

Оценка по результатам самостоятельной работы считается в баллах по следующему принципу:

- за каждое полностью правильно выполненное задание — 3 балла;
- при решении допущены незначительные ошибки — 2 балла;
- правильно выбран способ решения задания, но при его реализации допущены грубые ошибки — 1 балл.

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачёту

1. Об определении корректных и некорректных задач.
2. Некорректные задачи линейной алгебры. Обобщение понятия решения. Псевдорешения.
3. Интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма первого и второго рода. Примеры некорректных задач.
4. Корректность постановки задачи для уравнений Вольтерра и Фредгольма второго рода. Методы их решений.
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задачи Коши. Краевые задачи.
6. Дифференциальные уравнения с частными производными параболического типа.
7. Некорректные задачи. Пример Адамара.
7. Эллиптические уравнения. Классический пример Адамара.

8. Гиперболические задачи. Пример корректно поставленной задачи. Некорректные задачи.
9. Метод Галеркина.
10. Нелинейная динамика и некорректные задачи.
11. О некоторых методах решения некорректных задач.

Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Некорректные задачи»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой занятий курса «Некорректные задачи» являются лекции, практические занятия.

Контроль качества подготовки осуществляется посредством фронтальных опросов на практических занятиях.

Курс заканчивается сдачей экзамена. Так как цель курса заключается в том, чтобы студенты научились на практике применять теоретические знания, полученные при изучении курса “Некорректные задачи”. В процессе изучения курса студенты выступают на практических занятиях.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы студентов предлагаются следующие источники:

1. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск. 2009. 457 с.
2. Вайникко Г.М. Методы решения линейных некорректно поставленных задач. Тарту. Изд-во: ТГУ. 1982. 152 с.
3. Тихонов А., Леонов А., Ягола А. Нелинейные некорректные задачи. Москва: Наука. 1995. 190 с.
4. Годунов С.К. Уравнения математической физики. М. Наука. 1979. 392с.
5. Биргкан С.Е. Интегральные уравнения и краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Ярославль. 2003. 88 с.

Так же, полезным будет, для студентов, использование интернет-ресурсов, найденных самостоятельно. Например, студенты могут воспользоваться следующими:

1. Научная библиотека на сайте www.poiskknig.ru;
2. Каталог образовательных интернет-ресурсов на сайте <http://www.edu.ru>