

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра прикладной математики и информатики

Авторы-составители: Русаков Сергей Владимирович

Рабочая программа дисциплины

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Код УМК 86398

Утверждено
Протокол №9
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Исследование математических моделей

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в Блок « Блок1.А.00 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **09.06.01** Информатика и вычислительная техника
направленность Системный анализ, управление и обработка информации

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Исследование математических моделей** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

09.06.01 Информатика и вычислительная техника (направленность : Системный анализ, управление и обработка информации)

ПК.1 Владеет фундаментальными знаниями в области информатики и вычислительной техники в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикаторы

ПК.1.5 Способен строить и исследовать математические модели в разных предметных областях; проводить анализ полученных моделей с использованием компьютерных технологий

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	09.06.01 Информатика и вычислительная техника (направленность: Системный анализ, управление и обработка информации)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Методы теории размерностей

Обсуждаются приемы обезразмеривания математических задач. Анализ задач методами теории размерностей.

Для закрепления материала предусмотрено выполнение лабораторной работы.

Понятие о методе размерностей. Обезразмеривание.

Рассматриваются элементы теории размерностей. Понятия базовых размерностей, единиц измерений. Приводятся приемы обезразмеривания.

П-теорема.

Формулируется и доказывается П-теорема о соотношении числа размерных и безразмерных параметров с учетом числа базовых размерностей.

Приводятся примеры задач, решаемых аналитически с помощью П-теоремы. Вводится понятие автомодельных решений.

Устойчивость решений математических задач

Рассматриваются методы исследования устойчивости математических задач, в частности метод Ляпунова.

Для закрепления материала предусмотрено выполнение лабораторной работы.

Метод Ляпунова для систем ОДУ

Формулируется метод Ляпунова для исследования устойчивости системы ОДУ произвольной размерности и соответствующие условия устойчивости. Рассматриваются различные типы особенностей на примере системы двух ОДУ. Приводятся примеры задач популяционной динамики, для которых проводится исследование устойчивости с помощью метода Ляпунова.

Устойчивость к нормальным возмущениям применительно к конвективным течениям несжимаемой жидкости

На примере задачи об устойчивости горизонтального слоя несжимаемой жидкости (задачи Рэлея) демонстрируется возможность исследования устойчивости к нормальным возмущениям.

Методы теории возмущений

Рассматриваются решения целого ряда задач с помощью асимптотических разложений по малому параметру:

- задачи Коши для ОДУ
- краевые задачи для ОДУ
- нахождение корней алгебраических уравнений,
- решение систем линейных алгебраических уравнений.

Для закрепления материала предусмотрено выполнение 4-х лабораторных работ.

Регулярные возмущения

Рассматриваются задачи с малым параметром на примерах:

- ОДУ первого порядка с малым параметром в правой части;
- задачи нахождения корней алгебраических уравнений (третьего, четвертого порядка) с малым параметром при младших степенях неизвестной;
- решение систем линейных алгебраических уравнений методом возмущений.

Сингулярные возмущения

Рассматриваются задачи Коши для ОДУ с малым параметром при старшей производной (Теорема А.Н.Тихонова). Рассматриваются краевые задачи для ОДУ с малым параметром при старшей

производной с одним и двумя пограничными слоями. Рассматривается возможность нахождения корней алгебраического уравнения с малым параметром при старшей степени.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Русаков С. В., Вьюжанина Е. В., Федоровцева Е. Н. Методы теории возмущений: учебно-методическое пособие по спецкурсу/С. В. Русаков, Е. В. Вьюжанина, Е. Н. Федоровцева ; ред. С. В. Русаков.- Пермь, 2003, ISBN 5-7944-0357-8.-96.-Библиогр.: с. 95
2. Данилов, А. М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем : учебное пособие / А. М. Данилов, И. А. Гарькина, Э. Р. Домке. — Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011. — 296 с. — ISBN 978-5-9282-0733-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/23100>
3. Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: учебное пособие/Ю. Ю. Тарасевич.-Москва:Едиториал УРСС,2004, ISBN 5-354-00913-8.-152.-Библиогр.: с. 148-149

Дополнительная:

1. Ван-Дайк М. Методы возмущений в механике жидкости/М. Ван-Дайк ; пер. с англ. В. А. Смирнова ; под ред. А. А. Никольского.-Москва:Мир,1967.-310.-Библиогр.: с. 281-292. - Имен. указ.: с. 293-295. - Предм. указ.: с. 296-306
2. Данилов, А. М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем : учебное пособие / А. М. Данилов, И. А. Гарькина, Э. Р. Домке. — Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011. — 296 с. — ISBN 978-5-9282-0733-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/23100>
3. Гершуни Г. З., Жуховицкий Е. М. Конвективная устойчивость несжимаемой жидкости/Г. З. Гершуни, Е. М. Жуховицкий.-Москва:Наука,1972.-392.-Библиогр.: с. 365-381 и с. 391-392

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Исследование математических моделей** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- системы аналитических вычислений: MathCad или MathLab.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оснащённая персональными компьютерами (компьютерный класс).

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Исследование математических моделей**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Владеет фундаментальными знаниями в области информатики и вычислительной техники в объеме, достаточном для решения научно-исследовательских задач

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.5 Способен строить и исследовать математические модели в разных предметных областях; проводить анализ полученных моделей с использованием компьютерных технологий</p>	<p>Знать основные методы теории размерностей, методы исследования устойчивости решения математических задач, методы получения приближенных аналитических решений путем ассимптотических разложений. Умете использовать методы теории размерностей, методы исследования устойчивости решения математических задач, методы получения приближенных аналитических решений путем ассимптотических разложений. Владеть навыками исследования математических моделей с помощью методов теории размерностей, теории устойчивости, теории ассимптотических разложений с использованием систем аналитических вычислений.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Имеет только представление о методах теории размерностей, теории устойчивости и методах выполнения ассимптотических разложений. Не может решать соответствующие задачи.</p> <p align="center">Удовлетворительн При решении задач методами теории размерностей, теории устойчивости и теории возмущений допускает ошибки.</p> <p align="center">Хорошо При решении задач методами теории размерностей, теории устойчивости и теории возмущений допускает небольшие неточности.</p> <p align="center">Отлично Владеет навыками исследования математических моделей с помощью методов теории размерностей, теории устойчивости, теории ассимптотических разложений с использованием систем аналитических вычислений. Уверенно решает соответствующие задачи.</p>

Оценочные средства

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Устное собеседование по вопросам

**Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :
время отводимое на подготовку 1**

Показатели оценивания

Не умеет проводить обезразмеривание математических задач. Не владеет методикой оценки устойчивости решения математических задач. Не в состоянии провести асимптотический анализ решения математической задачи	Неудовлетворител
Возникают затруднения при проведении обезразмеривание математических задач, оценки устойчивости решения математических задач, проведении асимптотического анализа решения математической задачи	Удовлетворительн
Может проводить обезразмеривание математических задач. Возможны небольшие неточности при проведении оценки устойчивости решений математических задач. В состоянии провести асимптотический анализ решений математических задач.	Хорошо
Владеет устойчивыми навыками исследования свойств математических моделей с помощью методов, изученных в рамках курса.	Отлично

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Сущность метода размерностей.
2. Примеры решения задач с помощью метода размерностей (использование П-теоремы).
3. Метод Ляпунова исследования устойчивости системы ОДУ.
4. Примеры использования метода Ляпунова для задач популяционной динамики.
5. Понятие о регулярных возмущениях. Решение ОДУ с малым параметром.
6. Нахождение корней алгебраического уравнения с малым параметром при младших степенях.
7. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом возмущений.
8. Сингулярные возмущения. Теорема А.Н.Тихонова.
9. Решение краевых задач с малым параметром при старшей производной.
10. Погранслойные приближения для задач с малым параметром при старшей производной.
11. Нахождение корней алгебраических уравнений с малым параметром при старшей степени.