

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра прикладной математики и информатики

**Авторы-составители: Русаков Сергей Владимирович
Русакова Ольга Леонидовна**

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ТЕОРИИ ВОЗМУЩЕНИЙ
Код УМК 92203

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

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Методы теории возмущений

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.02** Прикладная математика и информатика

направленность Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Методы теории возмущений** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность : Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)

ОПК.3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности

ОПК.3.3 Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности

ПК.5 Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикаторы

ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Интеллектуальный анализ данных и математическое моделирование)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	5
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение практических занятий, семинаров	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (4) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (5 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Введение. Теория размерностей

Вводятся основные понятия теории размерностей.

Рассматривается метод размерностей.

Доказывается П-теорема.

На конкретных примерах рассматриваются приемы обезразмеривания задач для ОДУ

Разложения по малому параметру (регулярный случай)

Примеры регулярных разложений решений алгебраических задач.

Методы решения задач Коши для ОДУ регулярным разложением по малому параметру.

Примеры решения задач.

Разложения по малому параметру (сингулярный случай)

Понятие сингулярной задачи. Теорема А.Н.Тихонова. Решение задачи Коши для ОДУ сингулярным разложением по малому параметру. Краевые задачи с пограничными слоями. Методы решения краевых задач с пограничными слоями сингулярным разложением по малому параметру.

Методы теории возмущений в гидродинамике.

Уравнения Навье-Стокса для задач гидродинамики.

Построение точных решений в предположении о слоистости течения.

Задача Рэлея об устойчивости горизонтального слоя, подогреваемого снизу.

Уравнения гидродинамического пограничного слоя.

Контрольное мероприятие

Зачет.

Решение 5 задач по всем темам курса.

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

Дополнительная:

1. Новикова, А. М. Механика жидкости и газа : учебное пособие / А. М. Новикова, А. В. Кудрявцев, И. И. Иваненко. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 140 с. — ISBN 978-5-9227-0538-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/58534.html>

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 **Методы теории возмущений** 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»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux.

При освоении материала и выполнении 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 - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

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

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная 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 ПГНИУ.

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
Методы теории возмущений**

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

ОПК.3

Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>- умение использовать готовые модели и обосновывать их применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не удовлетворяет требованиям на "удовлетворительно"</p> <p align="center">Удовлетворительн По условию задачи с помощью может найти готовую модель и обосновать её применимость.</p> <p align="center">Хорошо По условию задачи в большинстве случаев самостоятельно находит готовую модель и обосновывает её применимость.</p> <p align="center">Отлично По условию задачи всегда самостоятельно находит готовую модель и обосновывает её применимость.</p>
<p>ОПК.3.3 Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p>- навыки проведения анализа ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не выполнены требования на "Удовлетворительно".</p> <p align="center">Удовлетворительн Только с помощью может выполнять анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности и допускать существенные ошибки..</p> <p align="center">Хорошо Умеет самостоятельно выполнять анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности, но может допускать ошибки.</p> <p align="center">Отлично Умеет самостоятельно выполнять анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности.</p>

ПК.5

Способен проводить работы по обработке и анализу информации и результатов экспериментов по тематике исследования

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования	- навыки обобщения теоретических научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования	Неудовлетворител Не выполнены требования на "Удовлетворительно". Удовлетворительн Может только с помощью обобщать научные данные, результаты вычислительных экспериментов по тематике исследования Хорошо Может самостоятельно обобщать научные данные, результаты вычислительных экспериментов по тематике исследования, но допускать неточности. Отлично Может самостоятельно обобщать научные данные, результаты вычислительных экспериментов по тематике исследования

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности	Введение. Теория размерностей Защищаемое контрольное мероприятие	Знать основные понятия теории размерностей. Уметь пользоваться П-теоремой. Уметь обезразмеривать задачи для ОДУ и УЧП
ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования		

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ОПК.3.3 Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>Разложения по малому параметру (регулярный случай)</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать приемы разложения по малому параметру. Уметь решать задачи Коши для ОДУ с помощью регулярного разложения по малому параметру</p>
<p>ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ОПК.3.3 Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>Разложения по малому параметру (сингулярный случай)</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение решать задачи Коши и краевые задачи для ОДУ сингулярным разложением по малому параметру.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ОПК.3.3 Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>Методы теории возмущений в гидродинамике.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение получать аналитические решения уравнений гидродинамики в приближении "слоистости" течения.</p>
<p>ОПК.3.1 Находит готовую модель и обосновывает её применимость для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ОПК.3.3 Проводит анализ ограничений применимости математической модели для решения конкретной задачи в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК.5.2 Осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по тематике исследования</p>	<p>Контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение проводить обезразмеривание задач различного вида. Умение получать приближенные аналитические решения регулярным и сингулярным разложением по малому параметру. Умение строить аналитические решения для уравнений гидродинамики в предположении о слоистости течения.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Введение. Теория размерностей

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **8 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Задание 2. Провести обезразмеривание задачи. Проверить число безразмерных параметров, используя П-теорему.	8
Задание 1. Воспользовавшись П-теоремой провести исследование задачи методом теории размерностей.	7

Разложения по малому параметру (регулярный случай)

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **8 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Задание 1. Найти приближенное аналитическое решение задачи Коши для ОДУ регулярным разложением по малому параметру.	10
Задание 2. Оценить погрешность полученного решения на конечном промежутке интегрирования.	5

Разложения по малому параметру (сингулярный случай)

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **12 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Задание 1. Используя теорему А.Н.Тихонова, решить задачу Коши для ОДУ сингулярным разложением по малому параметру.	10
Задание 3. Решить краевую задачу с двумя пограничными слоями сингулярным разложением по малому параметру.	10
Задание 2. Решить краевую задачу с одним пограничным слоем сингулярным разложением по малому параметру.	10

Методы теории возмущений в гидродинамике.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **12 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Задание 2. Получить аналитическое решение уравнений гидродинамики при выполнении предположений о слоистости течения	10
Задание 1. Сформулировать математически условия для решения, вытекающие из предположения о слоистости течения	5

Контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Умение проводить обезразмеривание	5
Умение решать задачи Коши регулярным разложением по малому параметру	5
Умение получать точные решения уравнений гидродинамики в предположении о слоистости течения	5
Умение решать краевые задачи сингулярным разложением по малому параметру	5
Умение решать задачи Коши сингулярным разложением по малому параметру	5