ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО  
  
протокол № 18 / 03   
  
от « 31 » мая 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

АНАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | 01.04.02 Прикладная математика и информатика |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Семестр** | **Трудоемкость, кред.** | **Общий объем курса, час.** | **Лекции, час.** | **Практич. занятия, час.** | **Лаборат. работы, час.** | **СРС, час.** | **КСР, час.** | **Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП** |
| 2 | 3 | 108 | 30 | 15 | 0 | 27 | 0 | Э |

АННОТАЦИЯ

Основной целью курса является освоение студентами современных математических методов построения точных решений нелинейных уравнений в частных производных и их приложения в различных областях, включая, прежде всего, физику, биологию, экономику и др.

Внимание студентов акцентируется на наиболее часто используемых в современной теории и практике методах построения точных решений нелинейных уравнений в частных производных и разработке математических методов качественного анализа и, прежде всего, аналитического решения прикладных задач исследования нелинейных волновых процессов. Программа курса «Аналитические свойства нелинейных дифференциальных уравнений» содержит детерминированные математические модели, основанные на использовании уже прочитанных студентам математических курсов – математический анализ, линейная алгебра, аналитическая геометрия, уравнения математической физики, численные методы и др.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Аналитические свойства нелинейных дифференциальных уравнений» являются :

- освоение современных математических методов построения точных решений нелинейных уравнений в частных производных и их приложение в различных областях науки, включая, прежде всего, физику, биологию и экономику, а также формирование у магистров навыков необходимых для успешной научной и профессиональной деятельности в различных областях математики и физики.

- освоение полезного и современного метода для анализа дифференциальных уравнений - анализа на свойство Пенлеве и формирование у магистров навыков необходимых для успешной научной и профессиональной деятельности в различных областях математики и физики

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с материалами следующих дисциплин, читаемых студентам физико-математических специальностей: математика, математический анализ, линейная алгебра, геометрия, аналитическая геометрия, теория функций комплексного переменного, дополнительные главы теории функций комплексного переменного, функциональный анализ, теория групп, уравнения математической физики, математические модели механики сплошной среды.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по курсам общей физики, дифференциальным уравнениям, вариационному исчислению. Необходимо уметь работать с матрицами, решать дифференциальные и интегральные уравнения, знать дифференциальное и интегральное исчисление, пользоваться пакетами прикладных программ Maple.

Полученные в результате освоения данной дисциплины навыки и знания используются, при подготовке диссертационных работ магистров, при проведении научно-поисковых исследований.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

|  |  |
| --- | --- |
| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |

Профессиональные компетенции в соотвествии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Задача профессиональной деятельности (ЗПД)** | **Объект или область знания** | **Код и наименование профессиональной компетенции;** **Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)** | **Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции** |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п** | **Наименование раздела учебной дисциплины** | **Недели** | **Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.** | **Обязат. текущий контроль (форма\*, неделя)** | **Максимальный балл за раздел\*\*** | **Аттестация раздела (форма\*, неделя)** | **Индикаторы освоения компетенции** |
|  | *2 Семестр* |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Первый раздел | 1-8 |  | к.р-1, ТвР-5, ТвР-7 | КИ-8 | 25 |  |
| 2 | Второй раздел | 9-15 |  | Т-10, Т-14, ТвР-12, ТвР-15 | КИ-15 | 25 |  |
|  | *Итого за 2 Семестр* |  | 30/15/0 |  |  | 50 |  |
|  | **Контрольные мероприятия за 2 Семестр** |  |  |  | Э | 50 |  |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

|  |  |
| --- | --- |
| **Обозначение** | **Полное наименование** |
| Т | Тестирование |
| ТвР | Творческая работа |
| КИ | Контроль по итогам |
| к.р | Контрольная работа |
| Э | Экзамен |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Недели** | **Темы занятий / Содержание** | **Лек., час.** | **Пр./сем., час.** | **Лаб., час.** |
|  | *2 Семестр* | 30 | 15 | 0 |
| **1-8** | **Первый раздел** | 15 | 8 |  |
|  | **Тема 1. Особые точки.** Понятие особой точки функции комплексной переменной. Классификация особых точек. Подвижные и неподвижные особые точки. Уравнения, не имеющие решений с критическими подвижными особыми точками. Задача Ковалевской о волчке. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 4 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
|  | **Тема 2. Уравнения Пенлеве** Определение свойства Пенлеве для дифференциального уравнения. Уравнения Пенлеве. Второе уравнение Пенлеве как модель электрического поля в полупроводниковом диоде. Алгоритм Ковалевской анализа дифференциальных уравнений. Локальные представления решений дифференциальных уравнений | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 4 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
|  | **Тема 3. Решения уравнений Пенлеве** Преобразования Бэклунда для решений второго уравнения Пенлеве. Рациональные и специальные решения второго уравнения Пенлеве. Полиномы Яблонского – Воробьева. Дискретные уравнения Пенлеве. Пары Лакса для уравнений Пенлеве. Высшие аналоги уравнений Пенлеве. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 4 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
|  | **Тема 4. Анализ уравнений в частных производных на свойство Пенлеве** Алгоритм Конта – Форди – Пикеринга для анализа уравнений на свойство Пенлеве. Пример применения. Автомодельные решения уравнения Кортевега – де Вриза и уравнения Синус – Гордона. Тест Абловица – Рамани – Сигура для нелинейных уравнений в частных производных. Метод Вайса – Табора – Карневейля для анализа нелинейных уравнений. Пенелве анализ уравннеия Бюргерса методом Вайса – Табора – Карневейля. Аналих уравнения Кортевега – де Вриза методом Вайса – Табора – Карневейля. Построение пары Лакса для уравнения Кортевега – де Вриза методом Вайса – Табора – Карневейля. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 3 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| **9-15** | **Второй раздел** | 15 | 7 |  |
| 1 - 4 | **Тема 5. Интегрирование дифференциальных уравнений** Интегрируемые и частично-интегрируемы нелинейные уравнения в частных производных. Преобразование Миуры и пара Лакса для уравнения Кортевега-де Вриза. Преобразования Гарднера и бесконечное число законов сохранения для уравнения Кортевега — де Вриза. Законы сохранения для интегрируемых уравнений. Преобразование Бэклунда. Преобразование Бэклунда для решений уравнения Sin-Гордона. Преобразования Бэклунда для решений уравнения Кортевега — де Вриза. Семейство уравнений Кортевега — де Вриза. Тест Абловица — Римани — Сигура для нелинейных уравнений в частных производных. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 4 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 5 - 8 | **Тема 6. Метод обратной задачи рассеяния** Общие, частные и точные решения дифференциальных уравнений. Метод обратной задачи рассеяния решения задачи Коши для уравнения Кортевега — де Вриза. Оператор Хироты и его свойства. Метод Хироты для построения аналитических решений уравнения Кортевега — де Вриза. Метод обратной задачи рассеяния решения задачи Коши для уравнения Sin-Гордона. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 4 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 9 - 12 | **Тема 7. Методы укороченного разложения и логистической функции** Метод укороченного разложения для поиска точных решений нелинейных дифференциальных уравнений. Метод логистической функции для поиска точных решений нелинейных дифференциальных уравнений. Точные решения уравнения Шарма — Тассо — Олвера. Точные решения уравнения Бюргерса — Хаксли. Точные решения уравнения Кортевега — де Вриза-Бюргерса. Метод гиперболического тангенса для поиска точных решений нелинейных дифференциальных уравнений. Точные решения уравнения Колмогорова — Петровского — Пискунова. Точные решения нелинейного уравнения в частных производных пятого порядка | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 4 | 2 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |
| 13 - 15 | **Тема 8. Метод простейших уравнений.** Метод простейших уравнений для поиска точных решений. Уединенные волны уравнения Курамото — Сивашинского. Периодические волны уравнения Курамото — Сивашинского. Применение многоугольников Ньютона при построении точных решений. Точные решения обобщенного уравнения Курамото — Сивашинского. Уединенные волны уравнения в частных производных шестого порядка, встречающегося в турбулентности. | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов | Всего аудиторных часов |
| 3 | 1 |  |
| Онлайн | Онлайн | Онлайн |
|  |  |  |

Сокращенные наименования онлайн опций:

|  |  |
| --- | --- |
| **Обозначение** | **Полное наименование** |
| ЭК | Электронный курс |
| ПМ | Полнотекстовый материал |
| ПЛ | Полнотекстовые лекции |
| ВМ | Видео-материалы |
| АМ | Аудио-материалы |
| Прз | Презентации |
| Т | Тесты |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС | Интерактивный сайт |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции и семинары проводятся в традиционной форме. При выполнении домашнего задания студенты широко используют компьютерные технологии, в том числе программу аналитических вычислений Maple. При обсуждении тем лекционных занятий используются презентации, обсуждения последних научных работ, новые методы построения точных решений нелинейных уравнений в частных производных, рассказывается о работе с научной литературой. Обязательным является самостоятельная работа студентов, выполнение индивидуальных заданий, работа с литературой.

Помимо этого, существенная доля занятий проводится в интерактивной форме и предполагает активное обсуждение пройденного материала, групповой разбор и обсуждение ошибок, вопросов и затруднений, возникающих при подготовке индивидуальных домашних заданий, а также индивидуальную сдачу самого домашнего задания преподавателю.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| **Компетенция** | **Индикаторы освоения** |

Оценочные средства приведены в приложении.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 533 М80 Введение в теорию горячей плазмы Ч.1 , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

2. ЭИ И 15 Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М 71 Автоволновые процессы в нелинейных средах с диффузией : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010

2. ЭИ К 65 Метод Пенлеве и его приложения : , Ижевск: Институт Компьютерных исследований, 2011

3. 517 Ф34 Введение в аналитические методы решения нелинейных уравнений : учебное пособие для вузов, А. М. Федотов, Е. Ю. Ечкина, Москва: МИФИ, 2007

4. 53 А15 Солитоны и метод обратной задачи : , М. Абловиц, Х. Сигур , М.: Мир, 1987

5. 517 К88 Методы нелинейной математической физики : , Н. А. Кудряшов, Долгопрудный: Интеллект, 2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

-

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Проверить потом еще раз!!!!!! Павел

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Кудряшов Николай Алексеевич, д.ф.-м.н., профессор |  |