



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)
Институт математики, экономики и информатики

УТВЕРЖДАЮ
директор института
М.В. Фалалеев / **Фалалеев М.В.** /
" 17 " 04 2019г.

Рабочая программа дисциплины

Индекс дисциплины по УП: Б1.В.ДВ.1.2

Наименование дисциплины: Теория нелинейных уравнений и приложения

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
01.06.01 Математика и механика

Направленность программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры): Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК ИМЭИ ИГУ
Протокол № 4 от « 17 » 04 2019 г.

Председатель УМК *В.Г. Антоник* / В.Г. Антоник /

Программа рассмотрена на заседании
кафедры математического анализа и
дифференциальных уравнений.

Протокол № 4 от « 22 » 03 2019г

Зав. кафедрой *М.В. Фалалеев* / М.В. Фалалеев /

Иркутск 2019 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины (модуля)
- 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)
- 5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)
- 5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий
- 5.4 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.
6. Примерная тематика рефератов (при наличии)
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):
 - а) основная литература;
 - б) дополнительная литература;
 - в) программное обеспечение;
 - г) интернет-ресурсы, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).
9. Образовательные технологии
10. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
 - 10.1 Оценочные средства текущего контроля
 - 10.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации

1. Цели и задачи дисциплины:

В настоящее время математическое моделирование является одним из основных методов решения научных, инженерных, экономических проблем. Основой математических моделей, как правило, являются уравнения математической физики, опыт исследования которых представляет теоретический и практический интерес у специалистов самых разных профессиональных направлений.

Целью преподавания дисциплины «Теория нелинейных уравнений и приложения» является формирование у аспирантов современных теоретических знаний в области методов решения задач математической физики, описывающих некоторые физические процессы, а также практических навыков в их использовании при решении конкретных задач в таких областях науки и деятельности общества, как энергетика, охрана окружающей среды, гидродинамика, теория упругости и др.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части дисциплин. Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, теории функций комплексных переменных.

Знания и умения, приобретенные аспирантами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении курсов математического моделирования, при выполнении диссертационных работ, связанных с решением конкретных задач из механики, физики и т.п.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-3.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать: метод обратной задачи рассеяния; некоторые конкретные математические модели нелинейных эволюционных уравнений.

Уметь: строить L -А пары Лакса и законы сохранения для некоторых нелинейных эволюционных уравнений.

Владеть: конструктивным методом построения решения задачи Коши для ряда нелинейных эволюционных уравнений.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Курсы			
			2		
Аудиторные занятия (всего)	36		36		
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18		18		
Практические занятия (ПЗ)	18		18		
Самостоятельная работа (всего)	72		72		
В том числе:	-	-	-	-	-
Подготовка доклада	20		20		
Выполнение индивидуальных заданий, подготовка к зачету	52		52		
Контактная работа	54		54		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен и др.)	Зачет с оценкой		Зачет с оценкой		

Общая трудоемкость	часы	108	й		
	зачетные единицы	3	108		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины.

№	Наименование раздела	Содержание раздела дисциплины
1	Основные нелинейные уравнения математической физики	Линейные уравнения математической физики, их нелинейные аналоги. Нелинейные эволюционные уравнения, интегрируемые методом обратной задачи рассеяния.
2	Законы сохранения для уравнения Кортевега-де-Фриза	Уравнение Кортевега-де-Фриза. Понятие закона сохранения для нелинейного эволюционного уравнения.
3	Преобразование Миуры	Связь между решениями уравнений Кортевега-де-Фриза и модифицированного уравнения Кортевега-де-Фриза. Связь между решениями уравнений Кортевега-де-Фриза и Шредингера
4	Прямая и обратная задачи рассеяния	Понятие прямой и обратной задач рассеяния.
5	L-A пары Лакса. Теорема Лакса	Уравнение Лакса. Теоремы Лакса и их использование для интегрируемости нелинейных эволюционных уравнений методом обратной задачи рассеяния
6	Прямой метод построения солитонных решений	Метод Хироты

5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)
1.	Подготовка диссертационной работы	1 – 6

5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Раздел 1	Раздел 1	3	3			12	18
2.	Раздел 2	Раздел 2	3	3			12	18
3.	Раздел 3	Раздел 3	3	3			12	18
4.	Раздел 4	Раздел 4	3	3			12	18

5.	Раздел 5	Раздел 5	3	3			12	18
6.	Раздел 6	Раздел 6	3	3			12	18

5.4. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Раздел 1	1. Построение односолитонного решения уравнения Кортевега-де-Фриза. 1. Построение двухсолитонного решения уравнения Кортевега-де-Фриза.	3	СР	ПК-1, ПК-2, ПК-3.
2	Раздел 2	Построение решений уравнений Шредингера с конкретными потенциалами	3	СР	ПК-1, ПК-2, ПК-3.
3	Раздел 3	Построение преобразований Беклунда	3	СР	ПК-1, ПК-2, ПК-3.
4	Раздел 4	Построение законов сохранения	3	СР	ПК-1, ПК-2, ПК-3.
5	Раздел 5	Построение L -А пар Лакса	3	СР	ПК-1, ПК-2, ПК-3.
6	Раздел 6	Схема метода обратной задачи рассеяния для уравнения Кортевега-де-Фриза	3	СР	ПК-1, ПК-2, ПК-3.

6. Примерная тематика рефератов, докладов, проектов (при наличии); перечень вопросов к зачетам, экзаменам и т.п.:

Темы докладов:

1. Определение солитонного решения нелинейного эволюционного уравнения.
2. Преобразование Беклунда.
3. Дискретный спектр уравнения Шредингера и его свойства.
4. Интегральное уравнение Гельфанда-Левитана-Марченко.
5. Интегралы нелинейных эволюционных уравнений.
6. Уравнение Бюргерса и преобразование Коула-Хопфа.
7. Представление нулевой кривизны.

Вопросы к зачету:

1. 1. Линейные уравнения математической физики и их нелинейные аналоги.
2. Нелинейные эволюционные уравнения, интегрируемые методом обратной задачи рассеяния.

3. Законы сохранения для уравнения Кортевега-де-Фриза.
4. Связь между решениями уравнений Кортевега-де-Фриза и модифицированного уравнения Кортевега-де-Фриза.
5. Связь между решениями уравнений Кортевега-де-Фриза и Шредингера.
6. Прямая и обратная задачи рассеяния.
7. L - A пары Лакса.
8. Теорема Лакса.
9. Прямой метод построения солитонных решений.
10. Схема метода обратной задачи рассеяния для уравнения Кортевега-де-Фриза.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Солитоны : научное издание / Р. Буллаф [и др.] ; под ред.: Р. Буллаф, Ф. Кодри ; пер. с англ.: Б. А. Дубровина, И. М. Кричевера, С. В. Манакова. - М. : Мир, 1983. - 408 с., экз. 3

2. Владимиров, Василий Сергеевич. Уравнения математической физики : учеб. для студ. вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - 2-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2003. - 398 с. - ISBN 5-9221-0310-5, экз. 5

б) дополнительная литература

1. Новокшенов, Виктор Юрьевич. Введение в теорию солитонов : учеб. пособие / В.Ю. Новокшенов. - Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2002. - 95 с. - ISBN 5-93972-100-1, экз. 1

2. **Филиппов, Алексей Федорович.** Введение в теорию дифференциальных уравнений [Текст] : учеб. для студ. вузов по группе физ.-мат. напр. и спец. / А. Ф. Филиппов. - Изд. стер. - М. : Ленанд, 2015. - 239 с. - ISBN 978-5-9710-1499-7. 50 экз.

3. **Краснов, Михаил Леонтьевич.** Обыкновенные дифференциальные уравнения [Текст] : задачи и примеры с подробными решениями: Учеб. пособие для студ. вузов / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. - 5-е изд., испр. - М. : КомКнига, 2005. - 253 с. - ISBN 5-484-00193-5. 40 экз.

4. **Треногин, Владилен Александрович.** Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник / В. А. Треногин. - М. : Физматлит, 2009. - 311 с. - ISBN 978-5-9221-1063-1. 50 экз.

5. **Филиппов, Алексей Федорович.** Сборник задач по дифференциальным уравнениям [Текст] : учеб. пособие / А. Ф. Филиппов. - 4-е изд. - М. : Либроком, 2011. - 237 с. - ISBN 978-5-397-02914-8. 29 экз.

в) программное обеспечение

1. MS Excel (версия 2007 или выше)
2. Python (версия 2.7 или 3.x)

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://isu.bibliotech.ru> — электронно-библиотечная система ИГУ
2. <http://e.lanbook.com> — электронно-библиотечная система ЛАНБ
3. <http://rucont.ru> — электронная библиотека РУКОНТ
4. <http://ibooks.ru> — электронно-библиотечная система ibooks
5. <http://e-library.ru> — научная электронная библиотека eLIBRARY
6. <http://educa.isu.ru> — образовательный портал ИГУ

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа на 40 рабочих мест, оборудованная специализированной (учебной) мебелью; доска для мела, оборудованием для презентации учебного материала: стационарный проектор Casio XJ-V1, XGA1024*768; ноутбук ASUS X51L Intel Celeron 560, 2.13 GHz.

9. Образовательные технологии:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 20 полнотекстовых версий журналов по тематике курса. Доступ с любого компьютера, подключенного через прокси-сервер Иркутского государственного университета.
2. Электронная библиотека "Труды ученых ИГУ" (<http://ellib.library.isu.ru>). Доступ к полным текстам учебных пособий, монографий и статей сотрудников университета, осуществляемый с любого компьютера сети Иркутского государственного университета.
3. Общероссийский математический портал - информационная система Math-Net.Ru – доступ к российским математическим журналам и обзорам ВИНТИ РАН
4. Журнал "Известия Иркутского университета. Серия Математика". Свободный доступ к электронным полнотекстовым версиям с 2007 г. осуществляется с сайта университета <http://www.isu.ru/izvestia>
5. Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>). Доступ с любого компьютера, подключенного через прокси-сервер Иркутского государственного университета.

10. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

10.1 Оценочные средства текущего контроля:

Формы текущего контроля успеваемости студентов – доклад на выбранную тему.

Критерии оценивания:

Оценка «зачтено» выставляется если аспирант написал доклад в установленные для этого сроки, в котором полностью и правильно раскрыл выбранную им тему и сделал сообщение.

Оценка «незачтено» выставляется если аспирант не сделал доклада.

10.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации:

Дисциплина завершается зачетом с оценкой, на котором проверяется усвоение студентами основных понятий и свойств, а также их применение в решении поставленных математических задач в письменной – устной форме с решением задач.

Примерные практические задания:

1. Построить решение начально-краевой задачи при $t \geq 0, 0 \leq x \leq b$:

$$\begin{cases} u_{tt} = a u_{xx}, \\ u|_{t=0} = f(x), u|_{x=0} = g(t), u|_{x=b} = h(t), \\ f(0) = g(0), f(b) = h(0). \end{cases}$$

2. Построить решение начально-краевой задачи при $t \geq 0, x \geq 0$:

$$\begin{cases} u_t + u_x = 0, \\ u|_{t=0} = 1, u|_{x=0} = g(t), \\ g(0) = 1. \end{cases}$$

3. Построить решение начально-краевой задачи при $t \geq 0, x \geq 0$:

$$\begin{cases} u_t + uu_x = 0, \\ u|_{t=0} = 1, u|_{x=0} = g(t), \\ g(0) = 1. \end{cases}$$

Оценка «отлично» выставляется если экзаменуемый знает основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, основные уравнения математической физики и классические задачи для них, владеет изученными методами решения задач и умеет решать задачи по дисциплине изученными методами и приводить анализ полученного решения; ставить задачи в обобщенной постановке для дифференциальных уравнений, самостоятельно изучать и понимать специальную (отраслевую) научную и методическую литературу, связанную с изучаемыми проблемами, а также имеет «зачтено» в текущем контроле.

Оценка «хорошо» выставляется если экзаменуемый знает основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, и умеет решать задачи по дисциплине изученными методами и понимать специальную (отраслевую) научную и методическую литературу, связанную с изучаемыми проблемами, а также имеет «зачтено» в текущем контроле.

Оценка «удовлетворительно» выставляется если экзаменуемый знает основные понятия и определения, умеет понимать специальную (отраслевую) научную и методическую литературу, связанную с изучаемыми проблемами, а также имеет «зачтено» в текущем контроле.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется если экзаменуемый не знает основную терминологию по теме дисциплины, основные понятия и определения, основные уравнения математической физики и классические задачи для них, понятие обобщенного решения задачи для уравнения с частными производными, не владеет изученными методами решения задач и не умеет решать задачи по дисциплине изученными методами и приводить анализ полученного решения; ставить задачи в обобщенной постановке для дифференциальных уравнений, самостоятельно изучать и понимать специальную (отраслевую) научную и методическую литературу, связанную с изучаемыми проблемами, а также имеет «незачтено» в текущем контроле.

Разработчики:

Профессор кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений
М.В.Фалалеев

Доцент кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений Е.Ю.
Гражданцева