

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

радиофизический
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

**Рабочая программа дисциплины
Анализ нелинейных случайных волн в средах без дисперсии**

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки / специальность

02.04.02 –Фундаментальная информатика и информационные системы

Направленность образовательной программы

Автоматизация научных исследований

Квалификация (степень)
Магистр

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Анализ нелинейных случайных волн в средах без дисперсии» относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной образовательной программы по направлению **02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные системы**, магистерская программа «Автоматизация научных исследований», является дисциплиной по выбору на 1 курсе (во 2 семестре) магистратуры.

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение и углубление математических методов описания нелинейных волн в средах без дисперсии, освоение методов анализа уравнений гидродинамического типа исследование динамических и статистических явлений в средах без дисперсии;
- изучение методов и подходов в области практических приложений теории нелинейных акустических волн и интенсивных акустических шумов.

В процессе изучения дисциплины студенты должны углубить знания по теоретическим основам физики нелинейных волн и по основным методам расчета полей гидродинамического типа. Требуется умение делать несложные оценки применительно к реальным физическим ситуациям и уметь формулировать требования к параметрам анализирующей аппаратуры и автоматизации экспериментальных установок по исследованию интенсивных акустических полей. В результате изучения данной дисциплины студенты наряду с фундаментальной подготовкой должны приобретать специальные знания, необходимые для работы в качестве исследователей в специальных и отраслевых НИИ, соответствующего профиля.

Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Анализ нелинейных случайных волн в средах без дисперсии» могут служить основой для дальнейшего освоения ряда курсов по направленности «Автоматизация научных исследований» а также необходимы для сдачи кандидатского экзамена по направленности «Акустика».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Анализ нелинейных случайных волн в средах без дисперсии», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ПК-1:</i> способность руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	<i>З1 Знать основные методы анализа нелинейных случайных волн в средах без дисперсии</i>

3. Структура и содержание дисциплины «Анализ нелинейных случайных волн в средах без дисперсии»

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, в том числе 1 час – мероприятия текущего контроля успеваемости, 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 75 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Физические примеры нелинейных волн в средах без дисперсии: нелинейная акустика, кинематические волны	16	4			4	12
Базовые уравнения – уравнение Римана (уравнение простой волны), уравнение Бюргерса	16	4			4	12
Слабые решения уравнений 1-го порядка и глобальный принцип для потока слипающихся частиц. Свойства решений уравнения Бюргерса	20	8			8	12
Точное решение уравнения Бюргерса и уравнения Бюргерса при больших числах Рейнольдса	16	4			4	12
Эволюция основных типов возмущений и динамика газа слипающихся частиц	20	6			6	14
Основные сведения из теории случайных процессов. Вероятностные распределения и спектры случайных нелинейных волн.	19	6			6	13
В т.ч. текущий контроль	1		1		1	
Промежуточная аттестация – зачет						

4. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий курса «Анализ нелинейных случайных волн в средах без дисперсии» являются лекции с применением технологий интерактивного обучения (презентаций) и самостоятельная работа студента.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения лекционных занятий и в конце курса при проведении зачета по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и

информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

Список контрольных вопросов:

1. Решение нелинейных уравнений 1-го порядка, решение уравнения Римана. Спектральное представление решения уравнения Римана
2. Слабые решения уравнений 1-го порядка
3. Уравнение Бюргерса. Свойства решений уравнения Бюргерса.
4. Эволюция основных типов возмущений.
5. Связь асимптотических характеристик случайных процессов с особенностями их реализаций.
6. Вероятностные распределения и спектры случайных Римановых волн.
7. Качественная теория эволюции широкополосного шума- законы роста внешнего масштаба и затухания энергии.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-1 : способность руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	
	неудовлетворительно	удовлетворительно
<u>Знания</u> Знать методы решения задач нелинейной акустики для регулярных и шумовых сигналов	Отсутствие знаний методов решения задач физики нелинейных волны в средах без дисперсии	Частичное или полное знание методов решения задач физики нелинейных волны в средах без дисперсии
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 % – 50 %	51% - 100 %

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме (ИЛИ включает устную и письменную часть). Устная часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает разбор практической ситуации (решение задачи, теста).

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Удовлетворительное знание содержания курса: В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами или хотя бы минимальный уровень теоретических знаний. Студент может делать ошибки при ответе, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
Не зачтено	Неудовлетворительное знание содержания курса: Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование,

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются практические контрольные задания.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- письменные и устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные задания.

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используется

- устное собеседование.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Теоретические вопросы (ПК-1)

1. Нелинейные модельные уравнения (уравнение Римана и уравнение Бюргерса).
2. Физические примеры нелинейных волн в средах без дисперсии.
3. Решение нелинейных уравнений 1-го порядка, решение уравнения Римана методом характеристик.
4. Спектральное представление решения уравнения Римана.
5. Точное решение уравнения Бюргерса.
6. Эволюция основных типов возмущений.
7. Основные сведения из теории случайных процессов. Связь асимптотических характеристик случайных процессов с особенностями их реализаций.
8. Вероятностные распределения и спектры случайных Римановых волн.

9. Качественная теория эволюции широкополосного шума

Типовые контрольные задания (ПК-1)

1. Найти решение нелинейного уравнения 1-го порядка - уравнения Римана
2. Вывести спектральное представление решения уравнения Римана для скорости
3. На основе спектрального представления решения уравнения Римана для скорости получить выражение для поля при гармоническом начальном возмущении
4. Привести общие свойства решений уравнения Бюргерса
5. На основе спектрального представления решения уравнения Римана для скорости получить выражение для спектра случайной Римановой волны с начальной гауссовой статистикой.
6. Сделать качественную оценку законов роста внешнего масштаба и затухания энергии акустической турбулентности на основе асимптотического решения уравнения Бюргерса.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

- Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,
- Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Акустика в задачах. Учеб. рук-во. / Под ред. С.Н.Гурбатова и О.В.Руденко. М.: Наука, 2009. - 336 с.
2. Гурбатов С.Н., Руденко О.В., Саичев А.И. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. М.: Физматлит, 2008. - 495 с.

б) дополнительная литература:

1. Гурбатов С.Н., Дерябин М.С., Касьянов Д.А., Курин В.В. Об использовании вырожденного параметрического взаимодействия интенсивных акустических пучков для усиления слабых сигналов // Акустический журнал. Т.63, с. 235-245 (2017)
2. Руденко О.В., Гурбатов С.Н. Обратная задача нелинейной акустики: синтез интенсивных сигналов для усиления теплового и радиационного воздействия ультразвука // Акустический журнал. Т.62, с. 412-423 (2016)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Грязнова И.Ю., Лабутина М.С., Прончатов-Рубцов Н.Р. Теория однократного рассеяния волн и ее приложение к задачам акустики природных сред: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 80 с. http://www.unn.ru/books/met_files/Scattering.pdf

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- аудиторный фонд ННГУ,
- аудитория для работы с мультимедийным проектором.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению **02.04.02 –Фундаментальная информатика и информационные**

системы, магистерская программа «Автоматизация научных исследований».

Автор д.ф.-м.н., профессор Гурбатов С.Н.

Рецензент д.ф.-м.н., профессор Гавриленко В.Г.

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н., профессор Гурбатов С.Н.

Программа одобрена на заседании методической комиссии
Радиофизического факультета
от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23