

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Физика нелинейных явлений Б1.Б.6

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика магнитных явлений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Овчинников М.Н.

**Рецензент(ы):**

Шерстюков О.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Овчинников М.Н. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем, Marat.Ovchinnikov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Физика нелинейных явлений является понимание обучающимися особенностей математического описания нелинейных явлений и получение навыков расчетов параметров нелинейных волн.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.03 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел профессиональных дисциплин (Р.1) ФГОС ВПО и ПрООП по направлению подготовки "Радиофизика". Ее освоение предполагает знание содержания курсов по методам математической физики, термодинамики и статистической физики, умение работать с программными продуктами для математических расчетов.

Направление: 010800.68: Радиофизика (магистратура)

Первый год магистратуры, 1 семестр

Профили подготовки:

Радиофизические методы по областям применения

Электромагнитные волны в средах

Информационные системы

Физика магнитных явлений

М1.Р.1 Общенаучный цикл

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований, готовность к написанию и оформлению патентов в соответствии с правилами

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:  
особенности распространения нелинейных волн.
2. должен уметь:  
использовать критерии динамического хаоса.
3. должен владеть:  
методами дробного дифференцирования и интегрирования.
4. должен демонстрировать способность и готовность:  
произвести непрерывные и дискретные вейвлет-преобразования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Локально-неравновесные модели процессов переноса.	1	1-2	4	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Волны в жидкостях.	1	3-4	4	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Стационарные решения нелинейных уравнений.	1	5-6	4	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Сложная динамика нелинейных систем.	1	7-10	8	0	0	контрольная работа
5.	Тема 5. Хаос и фракталы.	1	11-14	4	0	0	презентация
6.	Тема 6. Основные понятия и методы вейвлет-анализа.	1	15-18	2	0	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			26	0	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Локально-неравновесные модели процессов переноса.

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Локально-неравновесные модели процессов переноса. Дисперсионные уравнения, фазовые и групповые скорости волн. 2 ДЕ.

### Тема 2. Волны в жидкостях.

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Волны в жидкостях. Гравитационные волны в жидкостях. Капиллярно-гравитационные волны. Случай мелкой воды, случай глубокой воды. 1 ДЕ.

### Тема 3. Стационарные решения нелинейных уравнений.

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Стационарные решения нелинейных уравнений. Уравнение Бюргерса. Уравнение КдФ. Скорости нелинейных волн. 1 ДЕ.

### Тема 4. Сложная динамика нелинейных систем.

#### лекционное занятие (8 часа(ов)):

Сложная динамика нелинейных систем. Модель Лоренца. Конвекция Бенара. Динамический хаос. Критерии. Модельные системы. Отображения Пуанкаре. Показатели Ляпунова. Управление хаосом. 4 ДЕ.

### Тема 5. Хаос и фракталы.

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Хаос и фракталы. Самоподобие. Уравнения эволюции в дробных производных. 3 ДЕ.

### Тема 6. Основные понятия и методы вейвлет-анализа.

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основные понятия и методы вейвлет-анализа. Фурье и вейвлет- анализ. Критерии. Непрерывное и дискретное вейвлет-преобразование. Свойства. Скалограмма. 3 ДЕ.

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Локально-неравновесные модели процессов переноса.	1	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Волны в жидкостях.	1	3-4	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
3.	Тема 3. Стационарные решения нелинейных уравнений.	1	5-6	подготовка к устному опросу	8	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Сложная динамика нелинейных систем.	1	7-10	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
5.	Тема 5. Хаос и фракталы.	1	11-14	подготовка к презентации	4	презентация
				подготовка презентации	4	представление презентации
6.	Тема 6. Основные понятия и методы вейвлет-анализа.	1	15-18	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
	Итого				46	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как решение задач с использованием компьютерной техники, представление обучающимися докладов (презентаций) и коллективное их обсуждение.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Локально-неравновесные модели процессов переноса.

устный опрос , примерные вопросы:

Локально-неравновесные модели процессов переноса. Принцип локальности. Принцип ЛТР.

#### Тема 2. Волны в жидкостях.

устный опрос , примерные вопросы:

Гравитационные волны в жидкостях Капиллярно-гравитационные волны. Дисперсионные соотношения.

#### Тема 3. Стационарные решения нелинейных уравнений.

устный опрос , примерные вопросы:

Скорости нелинейных волн.

#### Тема 4. Сложная динамика нелинейных систем.

контрольная работа , примерные вопросы:

Найти дисперсионное соотношение для заданного уравнения эволюции. 2. Найти фазовую и групповую скорость для заданного уравнения эволюции. 3. Вычислить заданную ДП и ДИ. 4. Вычислить степень детерминированности и время детерминированного поведения. 5. Произвести вейвлет- преобразование. 6. Вычислить скалограмму. 7. Вычислить автокорреляционную функцию.

#### Тема 5. Хаос и фракталы.

представление презентации , примерные вопросы:

Модель Лоренца. Критерии динамического хаоса.

презентация , примерные вопросы:

Определение фрактальной размерности

#### Тема 6. Основные понятия и методы вейвлет-анализа.

устный опрос , примерные вопросы:

Вейвлет-преобразование. Дискретный случай.

#### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации студентов проводятся контрольная работа и зачет.

На практических занятиях рассматриваются вопросы организационной структуры различных предприятий в виде индивидуальных докладов-презентаций учащихся с дискуссией по разделам курса.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Локально-неравновесные модели процессов переноса.

Гравитационные волны в жидкостях Капиллярно-гравитационные волны

Скорости нелинейных волн.

Модель Лоренца.

Критерии динамического хаоса

Определение фрактальной размерности

Вейвлет-преобразование. Дискретный случай.

#### ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ

1. Найти дисперсионное соотношение для заданного уравнения эволюции.
2. Найти фазовую и групповую скорость для заданного уравнения эволюции.
3. Вычислить заданную ДП и ДИ.
4. Вычислить степень детерминированности и время детерминированного поведения.
5. Произвести вейвлет- преобразование.
6. Вычислить скалограмму.
7. Вычислить автокорреляционную функцию.

#### ВОПРОСЫ

1. Локально-неравновесные модели процессов переноса.
2. Основные уравнения гидродинамики. Волны в жидкостях.
3. Гравитационные волны в жидкостях. Случай мелкой воды.
4. Гравитационные волны в жидкостях. Случай глубокой воды.
5. Уравнение Бюргерса.
6. Уравнение КдФ.
7. Динамический хаос, критерии динамического хаоса.
8. Модель Лоренца.
9. Фракталы, фрактальная размерность.
10. Основные понятия вейвлет-анализа.
11. Фурье-анализ, оконное преобразование Фурье и вейвлет-анализ.
12. Стохастический резонанс.

#### 7.1. Основная литература:

1.Алифанов Р.Н. Карпачев А.А. Стародубцев П.А. Использование дробного интегро-дифференцирования в уравнениях электродинамики материальных сред / Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 1, 2014

<http://www.znaniium.com/bookread.php?book=477297>

2.Вейвлет-анализ и его приложения: Учебное пособие / Т.В. Захарова, О.В. Шестаков. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-005055-3. <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=234103>

3. Теория линейных и нелинейных колебаний. Алдошин Г. Т.

"Лань"Издательство:978-5-8114-1460-4ISBN: 2013 год: 2-е изд., стер. Издание:320стр.// [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4640](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4640)



## 7.2. Дополнительная литература:

1. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. Приложения к нелинейной акустике. Гурбатов С.Н., Руденко О.В., Саичев А.И. "Физматлит" Издательство: 978-5-9221-1042-6 ISBN: 2011 год: 496 стр. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2171](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2171)
2. Основы теории нелинейных колебаний. Скубов Д.Ю. "Лань" Издательство: 978-5-8114-1470-3 ISBN: 2013 год: 1-е изд. Издание: 320 стр. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=30203](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=30203)

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- А.Ю. Лоскутов. Очарование хаоса. - [http://ufn.ru/ufn10/ufn10\\_12/Russian/r1012c.pdf](http://ufn.ru/ufn10/ufn10_12/Russian/r1012c.pdf)
- Линейные и нелинейные волны в диспергирующих сплошных средах. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2665](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2665)
- Теория и практика вейвлет-преобразования, интернет ресурсы. (В.Грибунин) - <http://www.autex.spb.ru/wavelet/>
- Турбулентность и самоорганизация. Проблемы моделирования космических и природных сред. Колесниченко А.В., Маров М.Я. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4382](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4382)
- Численные решения математических уравнений (мир математических уравнений) - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/education/edu-pde.htm>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика нелинейных явлений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.



Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проектор, ноутбук).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Физика магнитных явлений .

Автор(ы):

Овчинников М.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Шерстюков О.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.