

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

Радиофизические методы исследования природных сред Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Белашов В.Ю.

Рецензент(ы):

Фахрутдинова А.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
2017

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) главный научный сотрудник, д.н. (профессор) Белашов В.Ю. НИЛ исследований ближнего космоса Институт физики, Vasilij.Belashov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Радиофизические методы исследования природных сред является получение знаний об особенностях распространения волн различного типа в природных условиях и навыков расчетов параметров этих сред по результатам анализа волновых явлений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Данная учебная дисциплина входит в раздел профессиональных дисциплин (В.2) ФГОС ВПО и ПрООП по направлению подготовки "Радиофизика". Ее освоение предполагает знание содержания курсов по методам математической физики, теории волновых процессов, функционального анализа и математического моделирования физических процессов и систем.

Курс предназначен для магистрантов 1 года обучения, 2 семестр

Направление: 010800.68: Радиофизика

Магистратура "Информационные процессы и системы"

М1.В.1 Общенаучный цикл

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способность применять положения электротехники, электроники и схемотехники для решения профессиональных задач
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способность понимать значение информации в развитии современного общества, применять информационные технологии для поиска и обработки информации
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач по исследованиям фильтрационных волн в насыщенных пористых средах
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять программные средства системного, прикладного и специального назначения, инструментальные средства, языки и системы программирования для решения профессиональных задач
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способность принимать участие в организации и сопровождении аттестации объекта информатизации по требованиям безопасности информации

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способность проводить анализ исходных данных для проектирования подсистем и средств обеспечения информационной безопасности и участвовать в проведении технико-экономического обоснования соответствующих проектных решений

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

методы математической физики и численные методы интегрирования для моделей, описывающих волновые процессы в физических средах.

2. должен уметь:

анализировать устойчивость решений дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих волновые процессы в физических средах, строить фазовые портреты для соответствующих динамических систем, исследовать характер асимптотик решений.

3. должен владеть:

аналитическими и численными методами интегрирования дифференциальных уравнений в частных производных в приложении к физике волновых процессов в атмосфере, гидросфере, ионосферной и магнитосферной плазме.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

выполнять анализ систем, описывающих волновые процессы в физических средах, с использованием аналитических и численных подходов.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 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. Введение. Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.	2	1-2	4	2	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.	2	3-4	4	2	0	Презентация
3.	Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.	2	5-6	4	2	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.	2	7-8	4	2	0	Презентация
5.	Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.	2	9-12	4	2	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.	2	13-14	4	2	0	Презентация
7.	Тема 7. Квантовая теория рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метод одевания" для уравнения КП.	2	15-16	4	2	0	Презентация
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	Зачет
	Итого			28	14	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений и систем. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно не интегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия, нелинейность, неустойчивости. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов в реальных комплексных физических средах.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ и классификация рассматриваемых физических систем. Соотношения дисперсии. Вывод уравнений для классических случаев.

Тема 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных. Физический смысл функций и переменных для реальных физических сред. Классы нелинейных GKP и DNLS моделей. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом дисперсионных эффектов высшего порядка, диссипации и неустойчивостей.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вывод уравнений из полной системы уравнений гидродинамики для реальных физических сред. Обобщение уравнений с учетом дисперсионных эффектов высшего порядка, диссипации и неустойчивостей.

Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Анализ устойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойств гамильтониана соответствующей системы. Методы качественного и асимптотического анализа решений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ устойчивости решений для уравнений КдВ и КП. Первые интегралы движения. Качественный анализ динамических систем, связанных с уравнениями КдВ и КП. Фазовая плоскость и фазовое пространство. Исследование асимптотик.

Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Методы численного интегрирования нелинейных неоднородных систем. Явные и неявные разностные схемы численного интегрирования. Метод стабилизирующего множителя Петвиашвили и динамический спектральный метод. Численные 2D и 3D решения уравнений класса GKP. Численные подходы к исследованию уравнений класса 3-DNLS, решения - альфвеновские солитоны.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Явные и неявные схемы 2 и 4 порядков для уравнений КдВ, КП и DNLS. Исследование аппроксимации и устойчивости. Решение уравнения КП методом стабилизирующего множителя и динамическим спектральным методом.

Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные и гравитационно-капиллярные волны, волны цунами. Уединенные волновые возмущения в атмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы, фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы). Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера и магнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел). Эволюция в средах с переменной дисперсией (волны в жидкости и плазме).

практическое занятие (2 часа(ов)):

Численное исследование структуры и эволюции уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости. Исследование генерации и эволюции волновых возмущений на высотах F-слоя ионосферы - теоретический анализ и численное моделирование. Исследование распространения звуковых волн в плазме - теория и численное моделирование. Численное и аналитическое исследование эволюции солитонов в средах с переменной дисперсией.

Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Динамика солитонов уравнений КдВ- и КП-классов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Аналитические подходы к исследованию влияния стохастических флуктуаций волнового поля на динамику и структуру 1- и 2-мерных солитонов. Численный эксперимент.

Тема 7. Квантовая теория рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метод одевания" для уравнения КП.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Метод обратной задачи рассеяния (ОЗР) для уравнения КдВ и "метод одевания" для уравнения КП.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Реализации методов ОЗР и "одевания". Имеющиеся ограничения применения.

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. Введение. Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.	2	1-2	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
2.	Тема 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.	2	3-4	подготовка к презентации	8	презентация
3.	Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.	2	5-6	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
4.	Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.	2	7-8	подготовка к презентации	8	презентация
5.	Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.	2	9-12	подготовка к устному опросу	18	устный опрос
6.	Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.	2	13-14	подготовка к презентации	8	презентация

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Квантовая теория рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метод одевания" для уравнения КП.	2	15-16	подготовка к презентации	8	презентация
	Итого				66	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения, как чтение лекций с использованием мультимедиа оборудования, решение задач моделирования с использованием компьютеров, подготовка студентами компьютерных презентаций и выступление с ними на практических (семинарских) занятиях.

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

Тема 1. Введение. Волновые процессы в физических средах и соответствующие им математические модели.

устный опрос , примерные вопросы:

Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений и систем. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы. Точно не интегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия, нелинейность, неустойчивости. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов в реальных комплексных физических средах.

Тема 2. Основные уравнения. Классы математических моделей.

презентация , примерные вопросы:

Вывод из полной системы основных уравнений гидродинамики уравнений классов КдВ и КП

Тема 3. Методы аналитического исследования нелинейных систем.

устный опрос , примерные вопросы:

Метод анализа устойчивости решений по Ляпунову на основе исследования трансформационных свойств гамильтониана соответствующей системы. Методы качественного и асимптотического анализа решений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик.

Тема 4. Методы численного интегрирования нелинейных систем.

презентация , примерные вопросы:

Явные и неявные разностные схемы высокого порядка точности для уравнений классов КдВ и КП

Тема 5. Приложения нелинейной волновой теории. Волны в атмосфере, гидросфере и плазме.

устный опрос , примерные вопросы:

Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные и гравитационно-капиллярные волны, волны цунами. Уединенные волновые возмущения в атмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы, фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы). Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера и магнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел). Эволюция в средах с переменной дисперсией (волны в жидкости и плазме).

Тема 6. Динамика 1-, 2- и 3-мерных солитонов в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.

презентация , примерные вопросы:

Результаты численных экспериментов по моделированию распространения солитонов при наличии в среде стохастических флуктуаций волнового поля

Тема 7. Квантовая теория рассеяния. Метод обратной задачи для уравнения КдВ. "Метод одевания" для уравнения КП.

презентация , примерные вопросы:

Изложение основ квантовой теории рассеяния и метода аналитического интегрирования уравнений КдВ и КП

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации студентов проводятся устные опросы и зачет.

На практических занятиях рассматриваются вопросы теории и компьютерного моделирования волновых процессов в физических средах в виде индивидуальных докладов-презентаций студентов с дискуссией по разделам курса.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных. Вывод уравнений КдВ и КП. Законы сохранения для уравнений КдВ и КП. Приложения к реальным физическим средам.
2. Аналитические методы интегрирования уравнений КП-класса. Метод обратной задачи рассеяния для уравнения КдВ. "Метод одевания" для уравнения КП.
3. Анализ устойчивости неоднородных солитонов обобщенного уравнения КП. Анализ устойчивости 3D альфвеновских волн в замагниченной плазме. Качественный анализ и асимптотики для моделей обобщенного уравнения КдВ и GKP.
4. Динамика солитонов уравнений КдВ и КП в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.
5. Методы численного исследования уравнений КдВ-класса. Явные и неявные схемы, аппроксимация и устойчивость. Метод стабилизирующего множителя Петвиашвили и динамический спектральный метод. Метод численного интегрирования уравнения 3-DNLS Белашова.

ЗАДАЧИ

1. Выполнить численное моделирование эволюции солитонов КдВ для разных параметров среды.
2. Исследовать устойчивость решений уравнений КдВ и КП по Ляпунову.
3. Выполнить качественный анализ динамических систем, связанных с уравнениями КдВ и КП и построить на основе полученных результатов классификацию их возможных решений.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Динамические процессы в гидросфере, атмосфере и плазме. Классы исследуемых явлений и систем.
2. Линейные системы. Нелинейные точно интегрируемые системы.
3. Точно не интегрируемые системы. Свойства реальных сред: диссипация, дисперсия, нелинейность, неустойчивости.

4. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом эффектов в реальных комплексных физических средах.
5. Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных. Физический смысл функций и переменных для реальных физических сред.
6. Полная система уравнений гидродинамики в обобщенных переменных. Вывод уравнений КдВ и КП. Законы сохранения для уравнений КдВ и КП. Приложения к реальным физическим средам.
7. Классы нелинейных GKP и DNLS моделей. Дисперсионные соотношения. Обобщения, связанные с учетом дисперсионных эффектов высшего порядка, диссипации и неустойчивостей.
8. Аналитические методы интегрирования уравнений КП-класса. Метод обратной задачи рассеяния для уравнения КдВ.
9. Аналитические методы интегрирования уравнений КП-класса. "Метод одевания" для уравнения КП.
10. Методы аналитического исследования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Анализ устойчивости решений на основе метода исследования трансформационных свойств гамильтониана соответствующей системы.
11. Методы аналитического исследования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Качественный и асимптотический анализ решений и классификация решений в фазовом пространстве и по характеру асимптотик.
12. Динамика солитонов уравнений КдВ и КП в средах со стохастическими флуктуациями волнового поля.
13. Методы численного интегрирования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Явные и неявные разностные схемы численного интегрирования.
14. Методы численного интегрирования нелинейных систем GKP- и DNLS-типов. Метод стабилизирующего множителя Петвиашвили и динамический спектральный метод.
15. Численные 2D и 3D решения уравнений класса GKP.
16. Численные подходы к исследованию уравнений класса 3-DNLS, решения - альфвеновские солитоны.
17. Приложения нелинейной волновой теории. Динамика уединенных волн и солитонов на поверхности "мелкой" жидкости: гравитационные и гравитационно-капиллярные волны, волны цунами.
18. Приложения нелинейной волновой теории. Уединенные волновые возмущения в атмосфере и ионосфере, генерируемые импульсными источниками (сейсмические процессы, фронты солнечного затмения и солнечного терминатора, мощные искусственные взрывы).
19. Приложения нелинейной волновой теории. Динамика ионно-звуковых и магнитозвуковых (БМЗ) волн в плазме (ионосфера и магнитосфера Земли, астрофизика, включая релятивистский предел).
20. Приложения нелинейной волновой теории. Эволюция в средах с переменной дисперсией (волны в жидкости и плазме).

7.1. Основная литература:

1. Белашов В.Ю., Белашова Е.С. Солитоны: теория, моделирование, приложения. - Казань: РИЦ 'Школа', 2016. - 270 с.
2. Исследование пластов методом фильтрационных волн давления с использованием автоматизированных систем управления экспериментом / В. Л. Одиванов, М. Н. Овчинников, А. Г. Гаврилов. Казань : Казанский государственный университет, 2009. 139 с.
http://www.kpfu.ru/docs/F2064991677/gavrilov_MNO_odivanov.pdf.
3. Одиванов В.Л. Исследования пластов методом фильтрационных волн давления с использованием автоматизированных систем управления экспериментом / В.Л. Одиванов, М.Н. Овчинников, А.Г. Гаврилов. Казань: Изд-во КГУ, 2009, 140 с.

4. Гаврилов А.Г., Деркач А.И., Камалиев Р., Маценко В., Овчинников М.Н.. Учебно-лабораторный комплекс по применению автоматизированных систем для исследования явлений переноса в пористых средах. 'Современные технологии автоматизации'.- 2013. - 4. - С. 32-43.

7.2. Дополнительная литература:

1. Фахрутдинова А.Н., Максютин С.В. Физика атмосферы. - Казань: Изд. КГУ, 2007.
2. Тарасенко Д.А. Структура и циркуляция стратосферы и мезосферы северного полушария. Л.: Гидрометеоиздат, 1988.
3. Хргиан Физика атмосферы. Т. 1,2 Л.: Гидрометеоиздат, 1978.

7.3. Интернет-ресурсы:

Кафедра радиофизики КФУ - <http://radiosys.ksu.ru/>

ОК-1 - <http://www.fgosvpo.ru/uploadfiles/fgos/28/20111115114254.pdf>

Федеральный государственный образовательный стандарт - <http://www.fgosvpo.ru/uploadfiles/fgos/28/20111115114254.pdf>

Электронная библиотека КФУ - <http://libweb.ksu.ru/ebooks/>

Электронно-библиотечная система ZNANIUM - <http://znanium.com>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Радиофизические методы исследования природных сред" 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе Радиофизические методы по областям применения .

Автор(ы):

Белашов В.Ю. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Фахрутдинова А.Н. _____

"__" _____ 201__ г.