

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. Талорский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Численные методы и математическое моделирование Б1.В.ДВ.14

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Хуторова О.Г.

**Рецензент(ы):**

Колчев А.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 660217

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) профессор, д.н. (профессор) Хуторова О.Г. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем ,  
Olga.Khutorova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

В задачи курса входят обучение основным методам построения математических моделей задач радиофизики, применению численных методов для их решения, оценке погрешностей численных методов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.14 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Цикл (раздел) ООП, к которому относится данная дисциплина - Б3.ДВ2

Входные курсы: Информатика. Языки программирования, Статистическая радиофизика, дифференциальные уравнения.

Требования к знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей) - знания архитектуры персональных компьютеров и компьютерных сетей; умение эксплуатировать современную вычислительную технику, умение пользоваться современными алгоритмами и знать теорию дифференциального и интегрального исчисления.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ОК-14 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области информатики и современных информационных технологий, программными средствами и навыками работы в компьютерных сетях, использованию баз данных и ресурсов Интернет
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью к владению компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий для решения задач в области радиотехники, радиоэлектроники и радиофизики (в соответствии с профилизацией)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

понимать возможности и границы применимости различных численных методов при построении моделей на ЭВМ.

2. должен уметь:

- использовать информационные технологии для решения физических задач, понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию и находить ее в информационных сетях, использовать моделирование случайных процессов, методы обработки временных рядов, решение систем дифференциальных уравнений.

- применять знания в области информатики и современных информационных технологий, программные средства математического моделирования в радиофизике

3. должен владеть:

- компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий для решения задач в области радиотехники, радиоэлектроники и радиофизики

- навыками работы в компьютерных сетях, использованию баз данных и ресурсов Интернет

- навыками реализации численных методов на ЭВМ, используя современные средства программирования и математических расчетов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач

- к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники

- к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 6 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. Математическое моделирование в						

радиофизике.

6	1-2	0	0	8	Контрольная работа
---	-----	---	---	---	-----------------------

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Системы дифференциальных уравнений	6	11-14	0	0	8	Устный опрос
3.	Тема 3. Обратные задачи в радиофизике	6	14-17	0	0	8	Устный опрос
4.	Тема 4. Моделирование на ЭВМ сигналов и помех.	6	6-8	0	0	8	Контрольная работа
5.	Тема 5. Методы анализа временных рядов.	6	9-11	0	0	10	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	42	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Математическое моделирование в радиофизике.

#### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Математическое моделирование в радиофизике. Основные ошибки. Точность. Математические пакеты. Интерфейс. Организация функций, переменных, дискретных аргументов. Программирование и отладка расчетных документов.

### Тема 2. Системы дифференциальных уравнений

#### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Обыкновенное дифференциальное уравнения. Линейное дифференциальное уравнение, Численное решение дифференциального уравнения. Задача Коши. Численные методы решения задачи Коши ОДУ первого порядка. Метод Эйлера. Метод Гюна. Метод Рунге-Кутты. Точность методов. Решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений 1-го порядка. Применение методов для решения систем дифференциальных уравнений 1-го порядка. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений второго и более высоких порядков. Применение методов решения систем дифференциальных уравнений 1-го порядка для решение дифференциальных уравнений второго и более высоких порядков.

### Тема 3. Обратные задачи в радиофизике

#### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

О постановке задач Пример: сигнал ? шум (прямая задача). Томография. Некорректные задачи. Переопределенные СЛАУ. Недоопределенные СЛАУ. Вырожденные и плохо обусловленные СЛАУ. Регуляризация. Квазирешение. LU-разложение: ?хорошие? СЛАУ. QR- и SVD- разложения. Линейная редукция.

### Тема 4. Моделирование на ЭВМ сигналов и помех.

#### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Моделирование на ЭВМ сигналов и помех. Теорема Котельникова. Генерация псевдослучайных чисел с заданным распределением. Среднее и дисперсия. Выборочные функции распределения. Равномерное и Гауссово распределение. Выборочные оценки параметров распределения. Проверка статистических гипотез. Метод Монте-Карло. Линейная и нелинейная регрессия. Стандартные функции генерации случайных чисел. Стандартные функции метода наименьших квадратов.

#### **Тема 5. Методы анализа временных рядов.**

##### **лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Методы анализа временных рядов. Корреляционный анализ. Корреляционные функции различных сигналов. Фурье анализ. БПФ. Вейвлет анализ. Цифровой многомерный анализ.

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

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Математическое моделирование в радиофизике.	6	1-2	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
2.	Тема 2. Системы дифференциальных уравнений	6	11-14	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Обратные задачи в радиофизике	6	14-17	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Моделирование на ЭВМ сигналов и помех.	6	6-8	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
5.	Тема 5. Методы анализа временных рядов.	6	9-11	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
	Итого				30	

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

Активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, решение задач на компьютере, программирование, компиляция, отладка и оценка полученных результатов). Кроме этого используются традиционные методы - сочетание лекционных и практических занятий. Часть практических заданий предлагается студентам для самостоятельной внеаудиторной работы.

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

#### **Тема 1. Математическое моделирование в радиофизике.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Методом Монте-Карло 1) вычислить определенный интеграл функции одной переменной 2) вычислить определенный интеграл функции двух переменных 3) вычислить определенный интеграл функции трех переменных 4) Вычислить число  $\pi$  методом Монте-Карло. Построить метод, основываясь на том, что площадь круга единичного радиуса равна  $\pi$ . 5) Вычислить объем трехмерной фигуры, сфера 6) Вычислить объем трехмерной фигуры, конус 7) Вычислить объем трехмерной фигуры, усеченный конус 8) Вычислить объем трехмерной фигуры, цилиндр 9) Вычислить объем трехмерной фигуры вращения функции  $y = x^2 \sin(x)$  на отрезке  $[-1.5; 2.3]$  вокруг оси  $x$  10) Вычислить объем трехмерной фигуры вращения функции  $y = (x^2 \sin(x))^2$  на отрезке  $[0; 4]$  вокруг оси  $y$  11) Вычислить объем трехмерной фигуры вращения функции  $y = (2x+1)^2$  на отрезке  $[0; 5]$  вокруг оси  $y$  12) Вычислить объем трехмерной фигуры вращения функции  $y = 2x^2+1$  на отрезке  $[0; 5]$  вокруг оси  $y$  Оценить относительную ошибку и ее зависимость от количества заданных случайных точек. Решение проиллюстрировать графически.

## Тема 2. Системы дифференциальных уравнений

устный опрос, примерные вопросы:

задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Обыкновенное дифференциальное уравнение. Линейное дифференциальное уравнение, Численное решение дифференциального уравнения. Задача Коши. Численные методы решения задачи Коши ОДУ первого порядка. Метод Эйлера. Метод Гюна. Метод Рунге-Кутты. Точность методов. Решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений 1-го порядка Применение методов для решения систем дифференциальных уравнений 1-го порядка.

## Тема 3. Обратные задачи в радиофизике

устный опрос, примерные вопросы:

О постановке задач Пример: сигнал- шум (прямая задача). Томография. Некорректные задачи. Переопределенные СЛАУ. Недоопределенные СЛАУ. Вырожденные и плохо обусловленные СЛАУ. Регуляризация. Квазирешение. LU-разложение: хорошие? СЛАУ. QR- и SVD-разложения. Линейная редукция

## Тема 4. Моделирование на ЭВМ сигналов и помех.

контрольная работа, примерные вопросы:

Задать дискретный сигнал в виде дискретных отсчетов функции, являющейся суммой нелинейных функций от входного параметра. Задать шум с произвольным законом распределения. Из суммы сигнала и шума с помощью встроенной функции нелинейной регрессии (linfit) или другой подобной восстановить параметры сигнала и построить эмпирическое распределение (гисто-грамму) шума. Графически проверить правильность анализа. а) Вид функции известен заранее. б) Вид функции неизвестен. 1) Вид функции ? полином 2-й степени 2) Вид функции ? полином 3-й степени 3) Вид функции ? полином 4-й степени 4) Вид функции ? гармоника 5) Вид функции ? сумма двух гармоник 6) Вид функции ? сумма гармоник и линейной зависимости 7) Вид функции ? сумма гармоник и полинома 2-й степени 8) Вид функции ? сумма 2-х экспонент 9) Вид функции ? сумма 3-х экспонент 10) Вид функции ? сумма экспоненты и линейной зависимости 11) Вид функции ? сумма экспоненты и гармоник 12) Вид функции ? степенная зависимость

## Тема 5. Методы анализа временных рядов.

контрольная работа, примерные вопросы:



III. Корреляционный анализ 1) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - белый шум. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 2) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - низкочастотный (красный) шум. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 3) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - дельта-функция. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 4) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - гармонический сигнал. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 5) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - сумма двух гармоник с разной частотой. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 6) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - узкополосный сигнал. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 7) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - периодический негармонический сигнал - прямоугольный импульс. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 8) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - периодический негармонический сигнал - треугольный импульс. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 9) Построить автокорреляционную функцию, если процесс - периодический сигнал, ограниченный прямоугольным импульсом. Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 10) Построить корреляционную функцию двух дискретных величин, одна из которых функционально зависит от другой с эффектом последствия, процесс - периодический негармонический сигнал - прямоугольный импульс.  $X=X(t)$   $Y(t)=F(X(t-t_0))$  Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 11) Построить корреляционную функцию двух дискретных величин, одна из которых функционально зависит от другой с эффектом последствия, процесс - гармонический сигнал  $X=X(t)$   $Y(t)=F(X(t-t_0))$  Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. 12) Построить корреляционную функцию двух дискретных величин, одна из которых функционально зависит от другой с эффектом последствия, процесс - процесс - сумма двух гармоник с разной частотой.  $X=X(t)$   $Y(t)=F(X(t-t_0))$  Провести анализ функции и объяснить результаты в зависимости от уровня шума. Фурье анализ и синтез 1) Непрерывное преобразование Фурье непериодического сигнала (прямого и обратное), сигнал - прямоугольный импульс. 2) Непрерывное преобразование Фурье непериодического сигнала (прямого и обратное), сигнал - треугольный импульс. 3) Непрерывное преобразование Фурье непериодического сигнала (прямого и обратное), сигнал - экспоненциальный импульс. 4) Непрерывное преобразование Фурье непериодического сигнала (прямого и обратное), сигнал - прямоугольный импульс, модулирующий гармонический сигнал. 5) Непрерывное преобразование Фурье непериодического сигнала (прямого и обратное), сигнал - три прямоугольных импульса. 6) Дискретное преобразование Фурье периодического сигнала (прямое и обратное), представление результата в виде амплитуд и фаз гармоник, сигнал - гармоника с заданной амплитудой и фазой. 7) Дискретное преобразование Фурье периодического сигнала (прямое и обратное), представление результата в виде амплитуд и фаз гармоник, сигнал - сумма двух гармоник с заданной амплитудой и фазой. 8) Дискретное преобразование Фурье периодического сигнала (прямое и обратное), представление результата в виде амплитуд и фаз гармоник, сигнал - сумма двух гармоник с заданной амплитудой и фазой и шума. 9) Цифровой полосовой фильтр, сигнал - сумма гармоник и шума. 10) Дискретное преобразование Фурье звукового файла. 11) Фильтрация сигнала с помощью преобразования Фурье (например, звука). 12) Фильтрация двумерного сигнала с помощью преобразования Фурье (например, изображения)

### Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету

1. Математическое моделирование в радиофизике.
2. Приближенные числа, погрешности.
3. Организация функций, переменных, дискретных аргументов в языках программирования и математических пакетах.
4. Решение задачи: представление дискретных аргументов.

5. Теорема Котельникова
6. Обработка экспериментальных данных.
7. Статистическое моделирование. Статистический эксперимент на ЭВМ.
8. Генерация псевдослучайных чисел с заданным распределением.
9. Моделирование на ЭВМ сигналов и помех.
10. Статистические оценки параметров сигналов и помех.
11. Метод Монте-Карло.
12. Численное интегрирование.
13. Многомерные интегралы.
14. Линейная и нелинейная регрессия.
15. Методы анализа временных рядов.
16. Корреляционный анализ
17. Фурье анализ.
18. Цифровой многомерный анализ. Быстрое преобразование Фурье.
19. Численное решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений
20. Решение обратных задач в радиофизике.
21. Томография.
22. Регуляризация. Квазирешение.

### 7.1. Основная литература:

1. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. - 2-е изд., стереотип. - М. : ФЛИНТА, 2011. - 271с. - ISBN 978-5-9765-1278-8.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=453870>
2. Плохотников, К. Э. Базовые разделы математики для бакалавров в среде MATLAB [Электронный ресурс] / К. Э. Плохотников. - М.: Инфра-М; Вузовский Учебник; Znanium.com, 2014. - 571 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=496199>
3. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB/ЩетининЮ.И. - Новосиб.: НГТУ, 2011. - 115 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548133>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Численные методы и математическое моделирование. Электронный образовательный ресурс / О.Г. Хуторова, В.Р. Ильдиряков, К.В. Скобельцын, Л.Э. Мамедова, Р.Х. Фахртдинов; Каз.федер.ун-т. - Казань, 2014. - Режим доступа: <http://tulpar.kpfu.ru/course/view.php?id=1152>
2. Воронцова Е. А. Программирование на C++ с погружением: практические задания и примеры кода - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 80 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=563294>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Exponenta.ru - <http://www.exponenta.ru/>  
Математическая библиотека - <http://mathedu.ru/>  
сайт кафедры радиоастрономии - <http://old.ksu.ru/f6/k12/index.php>  
сайт проф. Хуторовой О.Г. - [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=53876](http://kpfu.ru/publication?p_id=53876)  
Электронный курс "Численные методы и математическое моделирование" - <http://tulpar.kpfu.ru/enrol/index.php?id=1152>

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

Освоение дисциплины "Численные методы и математическое моделирование" 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):

Хуторова О.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Колчев А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.