

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л.Толстик

(подпись)

21.12.2016

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-3349 /уч.

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ РАДИОФИЗИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-31 04 02 Радиофизика

2016 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования Радиопизика ОСВО 1-31 04 02-2013 и учебных планов Белорусского государственного университета № G31-164/уч. 2013г.; №G31и-189/уч. 2013г.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

**А.С. Рудницкий**, профессор кафедры радиопизики и цифровых медиатехнологий Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой радиопизики и цифровых медиатехнологий Белорусского государственного университета  
(протокол № 4 от 15 ноября 2016 года);

Учебно-методической комиссией факультета радиопизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета  
(протокол № 3 от 22 ноября 2016 года).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Обратные задачи радиофизики» относится к дисциплинам специализации специальности 1-31 04 02 Радиофизика.

**Цель преподавания дисциплины** - формирование базовых знаний и навыков у обучаемых в области методов постановки и алгоритмов решения обратных задач радиофизики.

**Основная задача дисциплины** – ознакомить студентов с особенностями постановки и методами решения обратных задач радиофизики, рассмотрение типовых обратных задач.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, приобретенных студентами при изучении учебных дисциплин «Теория волновых процессов», «Численные методы», «Прикладная электродинамика».

В результате изучения дисциплины студент должен **знать:**

- этапы постановки и методы решения обратных задач синтеза устройств формирования и преобразования волновых полей в прикладных задачах электродинамики;

- методы постановки и решения обратных задач диагностики в прикладной электродинамике;

- методы регуляризации некорректных обратных задач радиофизики

**уметь:**

- осуществлять адекватную постановку обратных задач радиофизики;

- находить оптимальные способы решения обратных задач радиофизики;

**владеть:**

- методами регуляризации некорректных обратных задач радиофизики;

- методами решения обратных задач радиофизики.

Освоение учебной программы по учебной дисциплине «Обратные задачи радиофизики» должно **обеспечить формирование следующих компетенций:**

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;

- владеть системным и сравнительным анализом;

- владеть исследовательскими навыками, уметь работать самостоятельно;

- быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);

- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;

- работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий;

- разрабатывать численные алгоритмы и программы;

- разрабатывать и совершенствовать радиофизические методы исследований;

- разрабатывать и применять численные методы исследований в различных технологических процессах и на производстве;

- разрабатывать математические модели радиоэлектронных систем и устройств и проводить вычислительные эксперименты при решении задач проектирования и оптимизации радиоэлектронных систем и устройств;

- составлять отчеты и презентации по исследовательской работе;
- формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы.

В соответствии с учебным планом учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 108 часов. Из них 58 часов аудиторных занятий, в том числе 34 часа лекционных и 24 часа лабораторных занятий.

Дисциплина преподается в 8 семестре 4 курса для студентов дневной формы получения высшего образования.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**Тема 1. Введение.** Прямые и обратные задачи радиофизики. Классификационные признаки и этапы постановки и решения обратных задач. Способы регуляризации некорректных задач.

**Тема 2. Моделирование распространения электромагнитного излучения в обратных задачах.** Приближение электромагнитных волн и скалярное приближение. Фундаментальные решения волнового уравнения. Формулы Рэлея-Зоммерфельда. Параксиальное приближение. Интеграл и преобразование Френеля.

**Тема 3. Волновые пучки.** Волновые пучки в информационных системах и технологических процессах. Моделирование распространения электромагнитного излучения с использованием формул Рэлея-Зоммерфельда, суперпозиций плоских волн, решений параболического уравнения, преобразований Френеля. Структурная функция и угловой спектр волнового пучка. Гауссовы пучки.

**Тема 4. Обратные задачи синтеза фазовых элементов.** Решение задачи распространения излучения в асимптотическом приближении. Обратные задачи синтеза фазовых элементов по заданному преобразованию эйконала волнового поля. Тонкие оптические элементы. Обратные задачи фокусировки излучения. Обратные задачи формирования плоских изображений. Изготовление и тиражирование киноформов.

**Тема 5. Обратные задачи синтеза дифракционных решеток.** Расчет диаграммы направленности дифракционной решетки в приближении Кирхгофа. Концепция использования прямой задачи для решения обратной задачи. Синтез делителя волновых пучков с использованием приближенных и строгих решений прямых задач и области их применения.

**Тема 6. Обратные задачи синтеза слоистых структур.** Применение многослойных структур. Распространение излучения в одномерно неоднородных средах. Коэффициенты отражения и пропускания слоистых структур. Построение функционалов по заданной спектральной характеристике с учетом физических и технологических ограничений и способы их минимизации.

**Тема 7. Обратные задачи диагностики материалов.** Методы измерения параметров материалов в СВЧ диапазоне. Волноводные и резонаторные методы. Методы измерения в открытом пространстве. Математическая модель резонаторного метода.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Материальное обеспечение занятия	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1.</b>	<b>Введение (2 ч.)</b>	<b>2</b>							
1.1	Прямые и обратные задачи радиофизики. Классификационные признаки и этапы постановки и решения обратных задач. Способы регуляризации некорректных задач.	2							
<b>2.</b>	<b>Моделирование распространения электромагнитного излучения в обратных задачах (8 ч.)</b>	<b>8</b>							
2.1	Приближение электромагнитных волн и скалярное приближение. Фундаментальные решения волнового уравнения.	4							
2.2	Формулы Рэлея-Зоммерфельда	2							
2.3	Параксиальное приближение. Интеграл и преобразование Френеля.	2							
<b>3.</b>	<b>Волновые пучки (12 ч.)</b>	<b>6</b>			<b>6</b>				
3.1	Волновые пучки в информационных системах и технологических процессах. Моделирование распространения электромагнитного излучения с использованием формул Рэлея-Зоммерфельда, суперпозиций плоских волн. Структурная функция и угловой спектр волнового пучка.	2							
3.2	Моделирование распространения волновых пучков с использованием решений параболического уравнения, преобразований Френеля. Гауссовы пучки.	4			6			Методические указания	Контр. вопросы, отчет по лаб раб.
<b>4.</b>	<b>Обратные задачи синтеза фазовых элементов (16 ч.)</b>	<b>10</b>			<b>6</b>				
4.1	Решение задачи о распространении электромагнитного излучения в асимптотическом приближении.	2							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2	Синтез фазовых элементов по заданному преобразованию эйконала волнового поля.	2							
4.3	Тонкие оптические элементы. Обратные задачи фокусировки излучения.	2			6			Методические указания	Контр. вопросы, отчет по лаб раб.
4.4	Обратные задачи фокусировки плоских изображений.	2							
4.5	Изготовление и тиражирование киноформов.	2							
<b>5.</b>	<b>Обратные задачи синтеза делителя волновых пучков (10 ч.)</b>	<b>4</b>			<b>6</b>				
5.1	Расчет диаграммы направленности дифракционной решетки. Концепция использования прямой задачи для решения обратной задачи.	2							
5.2	Синтез делителей волновых пучков с использованием приближенных и строгих решений прямых задач и области их применения.	2			6			Методические указания	Контр. вопросы, отчет по лаб раб.
<b>6</b>	<b>Обратные задачи синтеза слоистых структур (2ч.)</b>	<b>2</b>							
6.1	Применение многослойных структур. Распространение излучения в одномерно неоднородных средах. Коэффициенты отражения и пропускания слоистых структур. Построение функционалов по заданной спектральной характеристике с учетом физических и технологических ограничений и способы их минимизации.	2							
<b>7</b>	<b>Обратные задачи диагностики материалов (8 ч.)</b>	<b>2</b>			<b>6</b>				
7.1	Методы измерения параметров материалов в СВЧ диапазоне. Волноводные и резонаторные методы. Методы измерения в открытом пространстве. Математическая модель резонаторного метода.	2			6			Методические указания	Контр. вопросы, отчет по лаб раб.
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>34</b>			<b>24</b>				

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Список рекомендуемой литературы**

#### **Основная**

1. Некорректные задачи естествознания. М.: Изд. МГУ. 1987.
2. Гончарский А.В., Попов В.В., Степанов В.В. Введение в компьютерную оптику. М.: Изд. МГУ. 1991.
3. Микаэлян А.Л. Оптические методы в информатике. М.: Наука. 1990.
4. Романов В.Г. Обратные задачи математической физики. М.: Наука. 1984.
5. Численные методы решения обратных задач математической физики. М.: МГУ. 1988.
6. Бельский А.М. Оптика когерентных световых пучков. Мн.: БГУ 2000.
7. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация. М.: Наука. 1983.
8. Лаврентьев М.М., Романов В.Г., Шиматский С.П. Некорректные задачи математической физики и анализа. М.: Наука. 1980.

#### **Перечень лабораторных работ**

1. Исследование формы и структуры поля волновых пучков.
2. Исследование фокусировки излучения с использованием киноформа.
3. Исследование деления волнового пучка дифракционной решеткой.
4. Измерение параметров материалов резонаторным методом.

## Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка по дисциплине формируется на основе зачетной оценки и оценки текущего контроля в соответствии с «Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в БГУ», утв. приказом ректора БГУ № 382-ОД от 18.08.2015 г. Весовой коэффициент зачетной оценки - 0,6; весовой коэффициент текущей успеваемости - 0,4. Оценка текущего контроля формируется на основании оценок отчетов по лабораторному практикуму и результатов тестирования с равными весовыми коэффициентами

### ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Численные методы	Информатики и компьютерных систем	изменений не требуется	Протокол № 4 от 15 ноября 2016 года
Теория волновых процессов	Радиофизики и цифровых медиатехнологий	изменений не требуется	Протокол № 4 от 15 ноября 2016 года
Прикладная электродинамика	Радиофизики и цифровых медиатехнологий	изменений не требуется	Протокол № 4 от 15 ноября 2016 года

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ  
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЕ НА \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ УЧЕБНЫЙ ГОД**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
радиофизики и цифровых медиатехнологий  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой радиофизики и  
цифровых медиатехнологий,  
к.ф.-м.н., доцент

И.Э. Хейдоров

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета радиофизики и  
компьютерных технологий,  
к.ф.-м.н., доцент

С.В.Малый