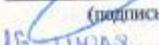


**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

  
(подпись) **О.И. Чупрас**

  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 6250 /уч.

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ РАДИОФИЗИКА**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине по специальности высшего образования второй  
степени (магистратуры):

**1-31 80 07 Радиофизика**

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 80 07-2012 Радиофизика и учебного плана БГУ G-31-284/уч. от 26.05.2017 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

**С.В.Малый**, доцент кафедры радиофизики и цифровых медиа технологий Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой радиофизики и цифровых медиа технологий Белорусского государственного университета  
(протокол № 14 от 19 июня 2018 года);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета  
(протокол № 7 от 13 июля 2018 года).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная программа дисциплины «Вычислительная радиофизика» разработана для студентов II ступени высшего образования (магистратуры) специальности 1-31 80 07 Радиофизика в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 80 07-2012.

Дисциплина входит в цикл дисциплин специальной подготовки и относится к дисциплинам компонента учреждения высшего образования.

Дисциплина «Вычислительная радиофизика» посвящена комплексному изучению вопросов, связанных с организацией и проведением вычислительного эксперимента в радиофизике.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель преподавания дисциплины:** формирование у студентов системного подхода к исследованию физических процессов с использованием современных технологий вычислительного эксперимента.

**Основная задача изучения дисциплины** состоит в том, чтобы обеспечить глубокую систематическую подготовку студентов магистратуры к разработке вычислительных моделей радиофизических систем и проведения на их основе вычислительного эксперимента.

Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания, приобретенные магистрантами при обучении на I ступени высшего образования при изучении следующих дисциплин:

- «Прикладная электродинамика»;
- «Программирование»;
- «Компьютерное моделирование электродинамических процессов и систем».

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение программы по учебной дисциплине «Вычислительная радиофизика» должно обеспечить формирование следующих **компетенций**:

#### **Академические:**

- АК-1. Способность к самостоятельной научно-исследовательской деятельности (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, применение решений), готовность генерировать и использовать новые идеи.

- АК-2. Методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности.

#### **Социально-личностные:**

- СЛК-1. Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности.

- СЛК-3. Формировать и аргументировать собственные суждения и профессиональную позицию.

- СЛК-4. Анализировать и принимать решения по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности.

#### **Профессиональные:**

- ПК-7. Работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий.

- ПК-8. Разрабатывать и совершенствовать радиофизические методы исследований.

- ПК-9. Осуществлять постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований

- ПК-10. Проводить математическое моделирование физических процессов и устройств.

- ПК-11. Разрабатывать численные алгоритмы и программы.

- ПК-12. Обосновывать достоверность полученных научных результатов.

- ПК-13. Формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

#### **знать:**

- основы технологии вычислительного эксперимента;
- современные технологии разработки вычислительных моделей;
- основные численные методы решения электродинамических задач;
- технологии использования параллельных вычислений;
- возможности и технологии использования основных систем компьютерного моделирования электродинамических и оптических систем;
- технологии контроля точности результатов вычислительного эксперимента;

#### **уметь:**

- использовать системы компьютерного моделирования для решения прикладных радиофизических задач;
- разрабатывать вычислительные радиофизические модели с использованием проблемно-ориентированных систем программирования, языков программирования высокого уровня;
- проводить комплексную оценку результатов вычислительного эксперимента;

#### **владеть:**

- навыками планирования вычислительного эксперимента в области теоретической и прикладной радиофизики;
- навыками использования прикладных пакетов программ для решения прямых и обратных задач вычислительной радиофизики;
- навыками обработки и интерпретации результатов вычислительного эксперимента.

Программа изучаемой дисциплины рассчитана на 168 часов, в том числе 56 аудиторных часов, из них: лекций - 20 часов, лабораторных работ – 36 часов.

Дисциплина изучается во II семестре I курса II ступени высшего образования (магистратура) студентами дневной (очной) формы получения образования. Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

**Тема 1. Введение.** Цель и задачи курса. Роль вычислительного эксперимента в радиофизике. Проблемы и перспективы компьютерного моделирования радиофизических процессов и систем.

**Тема 2. Организация вычислительного эксперимента в задачах теоретической и прикладной радиофизики.** Основные этапы вычислительного эксперимента в радиофизических задачах. Многовариантный подход к анализу. Способы повышения вычислительной эффективности. Контроль точности и устойчивости вычислительных моделей.

**Тема 3. Методы численного решения задач прикладной электродинамики.** Асимптотические методы (метод геометрической оптики, метод геометрической теории дифракции, метод физической оптики, метод физической теории дифракции). Метод конечных разностей во временной области, метод матрицы передающих линий, метод конечных интегралов, метод конечных элементов, метод минимальных автономных блоков.

**Тема 4. Технологии разработки вычислительных моделей.** Разработка моделей на проблемно-ориентированных языках программирования. Разработка моделей на языках программирования высокого уровня. Разработка моделей с использованием систем проектирования.

**Тема 5. Системы автоматизированного анализа радиофизических систем. Принципы построения и функционирования.** Функциональный состав систем проектирования. Назначение, особенности организации и наполнения баз знаний. Средства визуализации. Организация многовариантного анализа. Системы автоматической пространственной дискретизации. Подсистемы оптимизации и синтеза.

**Тема 6. Мультифизический анализ в радиофизических задачах.** Организация мультифизического подхода на основе метода конечных элементов. Системы мультифизического анализа и особенности их использования для решения радиофизических задач.

**Тема 7. Обратные задачи прикладной радиофизики.** Классификация обратных задач радиофизики. Методы многопараметрической оптимизации. Многоуровневые радиофизические модели. Особенности поиска глобальных экстремумов. Проблемы восстановления материальных параметров на основе решения модельных радиофизических задач.

### 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
1.	Введение (2 ч.)	2							
2.	Организация вычислительного эксперимента в задачах теоретической и прикладной радиофизики (2 ч.)	2							
3.	Методы численного решения задач прикладной электродинамики (16 ч.)	4			12			Метод. указ. к лаб. раб.	Отчет по лаб.раб.
4.	Технологии разработки вычислительных моделей (2 ч.)	2							
5.	Системы автоматизированного анализа радиофизических систем. Принципы построения и функционирования (16 ч.)	4			12			Метод. указ. к лаб. раб.	Отчет по лаб.раб.
6.	Мультифизический анализ в радиофизических задачах (16 ч.)	4			12			Метод. указ. к лаб. раб.	Отчет по лаб.раб.
7.	Обратные задачи прикладной радиофизики (2 ч.)	2							

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Список рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. Григорьев А.Д. Методы вычислительной электродинамики. М.: Физматлит, 2012.- 432 с.
2. Вычислительные методы в современной радиофизике / Под ред. В.Ф. Кравченко. М.: Физматлит, 2009.- 464 с.
3. ENCYCLOPEDIA OF RF AND MICROWAVE ENGINEERING.– V 1-6, Wiley & Sons, 2005.

#### Дополнительная литература

1. Сильвестер П., Феррари Р. Метод конечных элементов для радиоинженеров и инженеров-электриков. М.: Мир, 1986. – 229 с.
2. Митра Р. Вычислительные методы в электродинамике. М.: Мир, 1977. – 485 с.
3. Гупта К., Гардж Р., Чадха Р. Машинное проектирование СВЧ устройств.– М. Радио и связь, 1987.– 432 с.
4. А. К. Sarychev and V. M. Shalaev, *Electrodynamics of Metamaterials*, World Scientific, Singapore, 2007.
5. A. Taflove and S. Hagness, *Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method*, 3rd ed. Boston, MA: Artech House, 2005.

## ДИАГНОСТИКА КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Учебным планом специальности в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Вычислительная радиофизика» предусмотрен зачет.

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов используются следующие формы:

- устный опрос;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка по дисциплине формируется на основе оценки по устному ответу на зачете и оценки текущего контроля. Весовой коэффициент оценки зачета - 0,6; весовой коэффициент текущей успеваемости - 0,4. Оценка текущего контроля формируется на основании оценок отчетов по лабораторному практикуму и устного опроса с равными весовыми коэффициентами.

Итоговая оценка формируется в соответствии со следующими документами:

1. «Об утверждении правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования». Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29 мая 2012 г. № 53.

2. «Положение о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете». Приказ ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД.

3. «Критерии оценки знаний и компетенций студентов по десятибалльной шкале». Письмо Министерства образования Республики Беларусь №09-10/53-ПО от 28.05.2013г.

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

Название 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)
Прикладное программирование	Системного анализа и компьютерного моделирования	Предложений об изменениях в содержании учебной программы нет	Изменения не требуются, протокол №14 от 19.06.2018.

**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