

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе и  
образовательным инновациям

  
(подпись)

**О.И. Чуприс**

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-2018 /уч.



**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАДИОФИЗИКИ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине по специальности высшего образования второй  
ступени (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.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

**М.А.Вилькоцкий**, профессор кафедры информатики и методики преподавания информатики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор технических наук, профессор;

**М.М.Кугейко**, заведующий кафедрой квантовой радиофизики и оптоэлектроники Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

### **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 «Современные проблемы радиофизики» 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 государственного компонента.

Дисциплина «Современные проблемы радиофизики» посвящена изучению актуальных и перспективных задач, связанных с передачей и обработкой информации в микроволновом, терагерцовом и оптическом диапазонах, а также методам их решения.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель преподавания дисциплины:** формирование у студентов системного подхода к исследованию физических процессов в области прикладной и теоретической радиофизики и к современным технологиям разработки устройств и систем передачи и обработки информации.

**Задачи изучения дисциплины:**

- изучение современных технологий и систем генерации, усиления, преобразования, приема и передачи электромагнитного излучения;
- изучение особенностей взаимодействия электромагнитного излучения с объектами искусственного и естественного происхождения, биологическими объектами,
- моделирование процессов взаимодействия электромагнитного излучения с материалами различной структуры;
- научиться разрабатывать устройства и системы на основе структурно неоднородных материалов;
- изучение новых перспективных направлений радиофизики.

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

- «Прикладная электродинамика»;
- «Квантовая радиофизика и оптоэлектроника»;
- «Теория колебаний»;
- «Теория волновых процессов»;
- «Компьютерное моделирование электродинамических процессов и систем».

## ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение программы по учебной дисциплине «Современные проблемы радиофизики» 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:**

– современные технологии и системы генерации, усиления, преобразования, приема и передачи электромагнитного излучения;

– радиофизические основы систем связи и передачи информации;

– особенности взаимодействия электромагнитного излучения с объектами искусственного и естественного происхождения, биологическими объектами;

– актуальные и перспективные направления и тенденции развития теоретической и прикладной радиофизики;

***уметь:***

- разрабатывать и применять физические принципы построения и совершенствования технологий и систем генерации, усиления, преобразования, приема и передачи электромагнитного излучения;
- моделировать и исследовать явления взаимодействия электромагнитного излучения с объектами искусственного и естественного происхождения, биологическими объектами, наноразмерными структурами;
- разрабатывать устройства и системы на основе структурно неоднородных материалов.

***владеть:***

- информацией об основных разделах радиофизики, их взаимосвязи и перспективах развития;
- навыками поиска, обработки и интерпретации научно-технической информации в области радиофизики;
- навыками системного подхода к постановке перспективных задач радиофизики.

Программа изучаемой дисциплины рассчитана на 138 часов, в том числе 34 аудиторных часа, из них: лекций - 10 часов, лабораторных работ – 24 часа.

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

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Введение.**

Цель и задачи курса. История развития радиофизических исследований. Место радиофизики в современном естествознании. Проблемы и перспективы радиофизических исследований.

### **Тема 2. Физические основы технологий и систем генерации, усиления, преобразования, приема и передачи электромагнитного излучения.**

Современные и перспективные микро- и нанотехнологии создания контактных устройств и систем прикладной электродинамики и оптики. Современные и перспективные модели антенных систем, включая адаптивные и с цифровой обработкой данных. Устройства и системы терагерцового диапазона. Электродинамические системы оптического и инфракрасного диапазонов. Оптические методы и устройства обработки информации.

### **Тема 3. Электродинамические основы беспроводных систем связи, передачи энергии, радиоэкологии, электромагнитной совместимости, метрологии и защиты информации.**

Модели распространения электромагнитных волн в зданиях и сооружениях. Комплексное решение проблем электромагнитной совместимости и защиты информации. Технологии защиты биологических объектов от воздействия электромагнитного излучения. Технологическое обеспечение натуральных исследований микроволновых и оптических систем.

### **Тема 4. Взаимодействие электромагнитного излучения с объектами естественного и искусственного происхождения.**

Методы решения задач взаимодействия электромагнитного излучения с произвольными по структуре и материальному составу объектами. Проблемы и перспективы использования технологий параллельных вычислений в задачах теоретической и прикладной электродинамики. Современные проблемы радиолокации, дистанционного и подповерхностного зондирования.

### **Тема 5. Электродинамические устройства и системы на основе структурно неоднородных материалов.**

Электромагнитные свойства композитов, метаматериалов, электромагнитных и фотонных кристаллов. Системы радиомаскировки на основе метаматериалов. Антенные системы с использованием композитов и фотонных кристаллов. Радиопоглощающие и радиомаскирующие покрытия на основе метаматериалов и метаповерхностей. Управляемые и интегральные оптические устройства на основе двух- и трехмерных фотонных кристаллов.

**Тема 6. Электродинамика наноразмерных систем.**

Классификация наноразмерных систем, используемых в оптических и микроволновых приложениях. Электромагнитные свойства наноразмерных систем: квантовые ямы, нити, точки, углеродные нанотрубки, фуллерен, графен. Оптические свойства металлов. Плазмонные эффекты. Наноразмерные электродинамические устройства.

**Тема 7. Взаимодействие электромагнитного излучения с биологическими объектами.**

Электромагнитные свойства биологических тканей и систем. Классификация источников электромагнитного излучения, воздействующего на биологические объекты. Модели терапевтического диагностического исследования электромагнитного излучения с биологическими объектами. Технологии защиты биологических объектов от электромагнитного излучения.

### 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 (1 ч.)	1							
2.	Физические основы технологий и систем генерации, усиления, преобразования, приема и передачи электромагнитного излучения (1 ч.)	1							
3.	Электродинамические основы беспроводных систем связи, передачи энергии, радиоэкологии, электромагнитной совместимости, метрологии и защиты информации (14 ч.)	2			12			Метод. указ. к лаб. раб.	Отчет по лаб.раб.
4.	Взаимодействие электромагнитного излучения с объектами естественного и искусственного происхождения (10 ч.)	2			8			Метод. указ. к лаб. раб.	Отчет по лаб.раб.
5.	Электродинамические устройства и системы на основе структурно неоднородных материалов (6 ч.)	2			4			Метод. указ. к лаб. раб.	Отчет по лаб.раб.
6.	Электродинамика наноразмерных систем (1 ч.)	1							
7.	Взаимодействие электромагнитного излучения с биологическими объектами (1ч.)	1							



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Список рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. Encyclopedia of RF and microwave engineering.- A John Wiley & Sons, Inc., Publication.- 2005.- Vol.1-6.- P.5950.

#### Дополнительная литература

1. Ильин В.А., Кудрявцев В.В. История радиофизики. Модульный Курс для магистров.-Москва МПГУ, 2017.- 320 с.
2. A. Taflove and S. Hagness, Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method, 3rd ed. Boston, MA: Artech House, 2005.
3. David B. Davidson. Computational Electrodynamics for RF and Microwave Engineering. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 2005.- 411p.
4. Князев А.Д. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. -М.: Радио и связь,1984.-336с.
5. Седельников Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. ЗАО «Новое знание», 2006-304 с.
6. Paul, Clayton R. Introduction to electromagnetic compatibility/- 2ed.,Wiley & Sons, 2006.
7. A. Taflove and S. Hagness, Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method, 3rd ed. Boston, MA: Artech House, 2005.
8. Маслов О.Н. Экологический риск и электромагнитная безопасность. М.: ИРИАС, 2004, 330с.
9. Мордачев В.И. Системная Экология сотовой радиосвязи.- Минск,: Изд. центр БГУ, 209-319 с.
10. Давыдов Б.И. Тихончук В.С., Антипов С.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. М.: Энерготомиздат, 1984-176 с.
- 11.Т.В. Борботько, Н.В. Колбун, Л.М. Лыньков. Антропогенные источники электромагнитного излучения. Безопасность жизнедеятельности человека. Минск, Бестпринт - 2008 - 214 с.

### ДИАГНОСТИКА КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Учебным планом специальности в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине «Современные проблемы радиофизики» предусмотрен экзамен. Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

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 экзаменационной оценки и оценки текущего контроля. Весовой коэффициент экзаменационной оценки - 0,6; весовой коэффициент текущей успеваемости - 0,4. Оценка текущего контроля формируется на основании оценок отчетов по лабораторному практикуму.

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 медиа технологий  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

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

И.Э.Хейдоров

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

С.В.Малый