

***Институт физических исследований и технологий***

Рекомендовано МССН

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины** Радиофизика

---

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

03.06.01 Физика и астрономия

**Направленность программы (профиль)**

Радиофизика

Квалификация (степень) выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

## **1. Цели и задачи дисциплины:**

Рассматриваемая дисциплина является основной при подготовке аспирантов по профилю - Радиофизика

**Целями** изучения дисциплины являются:

формирование у аспирантов углубленных представлений об общих радиофизических закономерностях колебательно-волновых процессов (как линейных, так и нелинейных) в системах различной физической природы;  
подготовка аспирантов к профессиональной деятельности в таких областях как электродинамика, высокочастотная электроника больших мощностей, нелинейная динамика сложных пространственно-временных процессов и систем;  
формирование у аспирантов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» и направленностью подготовки 01.04.03 «Радиофизика»

**Задачи** изучения дисциплины являются:

В результате обучения аспиранты должны на углубленном уровне овладеть радиофизическими методами анализа процессов колебательно-волновой природы в различных физических системах; получить представление о современных методах генерации, усиления и трансформации электромагнитного излучения различных частотных диапазонов; ознакомиться с основными подходами для разработки квазиоптических линий передач; получить навыки использования новейших методов статистической радиофизики, включая построение эмпирических прогностических моделей сложных систем. Освоение данной дисциплины необходимо для умения самостоятельно ставить и решать научные задачи в области нелинейной физики и радиофизики с привлечением современного математического аппарата

## **2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:**

Учебная дисциплина «Радиофизика» входит в вариативную часть ООП.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины «Радиофизика» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ООП по профилю подготовки 01.04.03 – Радиофизика.

**Профессиональные компетенции:**

- Владение фундаментальными знаниями в основных разделах современной радиофизики и электроники, владение техникой экспериментальных исследований в области радиофизики и электроники (ПК-5)

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны будут:

знать

основные законы и положения включенных в программу кандидатского экзамена разделов радиофизики

уметь

находить и анализировать научную информацию о теоретических моделях физических явлений.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		б
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>8</b>	-
В том числе:		
<i>Индивидуальные консультации с преподавателем</i>	8	-
<i>Кандидатский экзамен</i>	<b>36</b>	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>64</b>	-
Общая трудоемкость час	<b>108</b>	-
зач. ед.	<b>3</b>	-

#### 5. Содержание дисциплины

Содержание дисциплины совпадает с программой кандидатского экзамена по специальности 01.04.03 “Радиофизика”. Дисциплина содержит следующие разделы:

##### 1. Теория колебаний и нелинейная динамика.

Линейные колебательные системы с одной степенью свободы. Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания. Вынужденные колебания. Силовое и параметрическое воздействие на линейные и слабонелинейные колебательные системы. Автоколебательные системы и методы их расчета. Синхронизация. Явления затягивания и гашения колебаний. Применение затягивания для стабилизации частоты.

##### 2. Аналитические и качественные методы теории колебаний.

Анализ возможных движений и бифуркаций в фазовом пространстве: метод малого параметра, метод Ван-дер-Поля, метод Крылова-Боголюбова. Укороченные уравнения. Усреднение в системах, содержащих быстрые и медленные движения.

##### 3. Электромагнитные волны в однородных изотропных средах.

Общие решения однородного волнового уравнения в виде сферических, цилиндрических и плоских волн. Дисперсионные соотношения для плоских волн в однородных материальных средах. Временная и пространственная дисперсия. Соотношения Крамерса-Кронига. Фазовая и групповая скорости. Энергия и импульс электромагнитных волн.

##### 4. Распространение электромагнитных волн в линиях передач и волноводах.

Закрытые и открытые (квазиоптические) линии передач. Потери электромагнитной энергии в линиях передач. Гауссовы волновые пучки. Диагностика модового состава излучения в волноводах и качества квазиоптических волновых пучков; электродинамические методы управления их параметрами. Фазовые корректоры.

##### 5. Электромагнитные волны в анизотропных средах и периодических структурах.

Дисперсионное уравнение для волн в анизотропных средах. Волны в периодических

структурах. Теорема Флоке, пространственные гармоники. Полосы пропускания и непрозрачности. Антенны и антенные решетки. Вибратор Герца. Ближняя и дальняя зоны. Диаграмма направленности. Коэффициент усиления и коэффициент рассеяния антенны. Параболическая антенна. Фазированные антенные решетки. Эффективная площадь и шумовая температура приемной антенны.

### **5. Волны в нелинейных средах.**

Волны в нелинейных средах без дисперсии. Образование разрывов. Ударные волны. Уравнение Бюргера для диссипативной среды и свойства его решений. Генерация гармоник исходного монохроматического сигнала. Взаимодействие электромагнитной волны с одной из собственных волн электронного потока; конвективная и абсолютная неустойчивость. Генерация и усиление электромагнитных волн потоками электронов.

### **7. Основные схемы электронных СВЧ усилителей и генераторов.**

Приборы, основанные на стимулированном черенковском и переходном излучениях электронов; магнетрон, ЛБВ и ЛОВ типа "О", клистрон. Приборы, основанные на стимулированном излучении электронов при движении по криволинейным траекториям; мазеры на циклонном резонансе и лазеры на свободных электронах. Случайные величины и процессы, способы их описания. Стационарный случайный процесс. Статистическое усреднение и усреднение во времени.

## **6. Лабораторный практикум не предусмотрен**

### **7. Структура курса**

#### ***Организационно-методическое построение курса.***

Курс состоит из лекций, практических занятий (семинаров), предусмотрено проведение консультаций. Лекции проводятся в интерактивном режиме – слушатели вовлекаются в дискуссию методом постановки вопросов по представленному материалу, а также по материалу, отвечающему базовому уровню подготовки. Вопросы формулируются в форме, провоцирующей активную реакцию слушателей.

Формат семинара – разбор материала, данного слушателям для самостоятельной проработки с целью лучшего усвоения и закрепления полученных знаний, а также для получения опыта их практического использования. Материал имеет форму практических задач, решение которых требует как аналитических, выкладок так иногда и ограниченного компьютерного моделирования. Семинар проходит в дискуссионной форме и носит характер мастер-класса.

Промежуточная аттестация в течение семестра проводится в виде теста по пройденному материалу. В конце семестра – экзамен в письменной форме. Экзаменационная задача содержит только задачи, решение которых требует активного использования полученных в течение семестра знаний. После собеседования выставляется итоговая оценка.

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Мультимедийная аудитория или учебная аудитория с возможностью использования проектора и компьютерной техники для занятий по представлению презентационных материалов обучающимися. Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для проведения обучающимися самостоятельной работы и проведения компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

### **9. Информационное обеспечение дисциплины:**

а) программное обеспечение:

- ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement).
  - ОС Linux, офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0), ПО для просмотра pdf (например, evince (лицензия GPL-2+ CC-BY-SA-3.0)).
- б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
- Электронная библиотека РГБ <http://www.rsl.ru/>
  - Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>
  - Springer/Kluwer <http://www.springerlink.com>. Журналы и книги издательства Springer/Kluwer охватывают различные области знания и разбиты на предметные категории.
  - Taylor & Francis <http://www.informaworld.com>. Коллекция журналов насчитывает более 1000 наименований по всем областям знаний.
  - Электронная библиотека <http://www.rsl.ru/>

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### *Литература*

а) основная литература:

1. Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учебное пособие / — 5-е изд., стер. — М. : КНОРУС, 2013. — 448 с. ISBN 978-5-406-00746-4.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. М.: Наука. Т. 3: Квантовая механика
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. М.: Наука. Т. 5: Статистическая физика
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. М.: Наука. Т.7: Электродинамика сплошных сред
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. В 10 т. М.: Наука. Т. 10: Физическая кинетика.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### *Организационно-методическое построение курса.*

Курс состоит из лекций, практических занятий (семинаров), предусмотрено проведение консультаций. Лекции проводятся в интерактивном режиме – слушатели вовлекаются в дискуссию методом постановки вопросов по представленному материалу, а также по материалу, отвечающему базовому уровню подготовки. Вопросы формулируются в форме, провоцирующей активную реакцию слушателей.

Формат семинара – разбор материала, данного слушателям для самостоятельной проработки с целью лучшего усвоения и закрепления полученных знаний, а также для получения опыта их практического использования. Материал имеет форму практических задач, решение которых требует как аналитических, выкладок так иногда и ограниченного компьютерного моделирования. Семинар проходит в дискуссионной форме и носит характер мастер-класса.

Промежуточная аттестация в течение семестра проводится в виде теста по пройденному материалу. В конце семестра – экзамен в письменной форме. Экзаменационная задача содержит только задачи, решение которых требует активного использования полученных в течение семестра знаний. После собеседования выставляется итоговая оценка.

## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Радиофизика» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных

этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Руководитель направления 03.06.01 «Физика и астрономия»

Директор института физических исследований и технологий,

д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза