

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-  
педагогической работе

*А.В. Левин*  
(подпись) И.О. Фамилия

« 29 » 05 20 17 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Радиоэлектронные системы»**

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление (специальность)  
подготовки:

10.03.01 «Информационная безопасность»

(код и наименование направления / специальности)

Направленность:

Информационная безопасность

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Уровень образования:

бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Семестры	8
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,0/144
Аудиторные занятия (час.), в том числе	48
Лекции (час.)	16
Практические (семинарские) занятия (час.)	16
Лабораторные работы (час.)	16
Самостоятельная работа (час.), в том числе	60
Курсовой проект/работа (сем/кол.)	-
Индивидуальное задание (сем/кол.)	-
Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачёт):	Экзамен

Донецк, 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Радиоэлектронные системы» составлена в соответствии с учебным планом по направлению (специальности) подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность» для 2017 года приёма.

Составитель: старший преподаватель Петрушкевич П.А.

Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании кафедры РТЗИ.

Протокол от « 24 » 04 20 17 года № 09

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Паслён В.В.

(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ по направлению (специальности) подготовки 10.03.01 «Информационная безопасность»

Протокол от « 12 » 05 20 17 года № 4

Председатель \_\_\_\_\_

(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20 18 года приёма на заседании кафедры РТЗИ.

Протокол от « 31 » 08 20 18 года № 1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Паслён В.В.

(подпись)

Согласовано с выпускающей кафедрой РТЗИ.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Паслён В.В.

(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20 19 года приёма на заседании кафедры РТЗИ.

Протокол от « 28 » 08 20 19 года № 1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Паслён В.В.

(подпись)

Согласовано с выпускающей кафедрой РТЗИ.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Паслён В.В.

(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20 \_\_\_\_ года приёма на заседании кафедры РТЗИ.

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Паслён В.В.

(подпись)

Согласовано с выпускающей кафедрой РТЗИ.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Паслён В.В.

(подпись)

## **1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью дисциплины является: изучение физических основ радиолокационного наблюдения, включающего этапы обнаружения, измерения, разрешения и распознавания радиолокационных целей, основ статистической теории обнаружения сигналов, способов построения РЛС и отдельных их параметров.

В результате освоения дисциплины студент должен  
знать

- физические основы радиолокационного обнаружения и наблюдения,
- методы измерения дальности угловых координат, скорости,
- зависимость эксплуатационных характеристик радиолокаторов от конкретных технических параметров,
- принципы автоматического сопровождения целей,
- методы оптимальной обработки радиолокационных сигналов,
- принципы построения систем СДЦ,
- принципы построения радиолокационных систем в целом,
- влияние свойств зондирующих и отраженных сигналов на качество обнаружения,
- различные способы построения РЛС.

Уметь:

- производить сравнительный анализ различных вариантов построения РЛС,
- производить оценку влияния мешающих факторов на тактические и технические параметры РЛС,
- оценивать влияние отдельных параметров РЛС на ее тактические характеристики.
- рассчитывать эксплуатационные характеристики РЛС,

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- роли и месте радиолокационного оборудования ВС.
- статистическом характере процессов обнаружения и измерения координат,
- методах измерения координат, их достоинствах и недостатках,
- принципах построения радиолокационных систем,
- методах и возможностях измерений электрофизических параметрах исследуемых объектов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к профессиональному циклу базовой части учебного



плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

- «Математика»
- «Комплексные числа»
- «Операторное исчисление»
- «Основы теории функций комплексного переменного»
- «Численные методы»
- «Основы теории цепей»
- «Радиотехнические цепи и сигналы»

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебной и производственной практики.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Физические основы и принципы построения РЭС	14	5	3	3	6
Тема 2. Методы измерения дальности.	15	6	4	3	6
Тема 3. Методы измерения угловых координат.	15	6	3	3	6
Тема 4. Цифровые ТВ сигналы.	16	6	3	4	6
Тема 5. Радиопротиводействие и защита от помех.	16	6	3	4	6
Итого:	48	16	16	16	42

#### 3.2. Лекции

Лекция 1. Введение. Общие сведения о радиолокации

Содержание лекции 1: Предмет радиолокации. Физические основы радиолокации. Термины и определения. Методы радиолокационных измерений.

Литература к лекции 1: [Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов.]

Лекция 2. Радиолокационные цели и сигналы

Содержание лекции 2: Разрешающая способность радиолокационной системы. Понятие разрешающего объема. Понятие сосредоточенных и распределенных целей. Одиночные, групповые, точечные цели. Понятие эффективной отраженной поверхности. Параметры расчетов ЭОП простейших целей. ЭОП групповых целей. Радиолокационные сигналы. РЛ сигнал как источник информации.

Непрерывные АМ и ЧМ сигналы. Выбор вида излучения для определения угловой координаты. Используемые диапазоны.

Литература к лекции 2: [Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов.]

Лекция 3 Методы измерения в радиолокации.

Содержание лекции 3: Методы измерения дальности. Амплитудный, частотный, фазовый методы, их достоинства и недостатки. Методы измерения угловых координат. Пеленгационные характеристики. Амплитудные методы: максимума, сравнения, равносигнальный. Пеленгационная чувствительность. Фазовые методы. Измерение радиальной скорости. Физические основы эффекта Доплера для точечной цели. Методы измерения радиальной скорости.

Литература к лекции 3: [Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов.]

Лекция 4 Обнаружение радиолокационных сигналов

Содержание лекции 4: Задачи обнаружения. Вероятности ложной тревоги, правильного обнаружения, пропуска цели. Средний риск. Оценка качества измерения параметров сигнала. Критерии идеального наблюдения Неймана-Пирсона. Функциональная схема оптимального приемника. Классический обнаружитель. Отношение правдоподобия. Отношение правдоподобия для сигналов с полностью известными параметрами. Корреляционный приемник. Оптимальный приемник с согласованным фильтром. Общие свойства согласованных фильтров.

Литература к лекции 4: [Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов.]

Лекция 5. Оптимальная обработка РЛ сигналов

Содержание лекции 5: Оптимальная система обработки входного напряжения. Рабочие характеристики приемника. Характеристики обнаружения оптимальной системы обработки для полностью известного сигнала. Обнаружение по пачке сигналов. Характеристики обнаружения РЛ сигналов с неизвестной начальной фазой. Прием пачки сигналов. Потери в детекторе. Характеристики обнаружения РЛ сигналов с неизвестной начальной фазой и флюктуирующей амплитудой. Рабочие характеристики приемника для такого сигнала. Обнаружение полностью неизвестного сигнала. Возможности экономии энергии при оптимальной обработке сигналов.

Литература к лекции 5: [Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов.]

Лекция 6. Дальность действия радиолокационной станции

Содержание лекции 6: Основное уравнение радиолокации. Дальность действия в свободном пространстве. Влияние отражений от земной поверхности на дальность действия РЛС. Влияние на дальность действия РЛС ослабления энергии радиоволн в атмосфере. Выбор рабочей длины волны РЛС. Влияние кривизны и атмосферной рефракции на дальность действия РЛС. Дальность действия при активном ответе. Зона обнаружения РЛС.

Литература к лекции 6: [Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов.]

#### Лекция 7. Разрешение радиолокационных сигналов

Содержание лекции 7: Потенциальная разрешающая способность по дальности. Потенциальная разрешающая способность по скорости. Принцип неопределенности в радиолокации. Статистическая оценка разрешения двух сигналов. Реальная разрешающая способность. Принцип действия когерентно-импульсной РЛС. Псевдокогерентные системы. Метод черезпериодной компенсации. Слепые скорости. Методы борьбы со слепыми скоростями. Потенциальная точность измерения одного параметра. Точность одновременного измерения двух параметров. Точность измерения положения целей. Точность намерения угловых координат. Индикаторные выходные устройства. Влияния индикатора на дальность действия, точность и разрешающая способность РЛС, сопряжение выходных устройств с электронными цифровыми вычислительными машинами.

Литература к лекции 7: [Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов.]

#### Лекция 8. Тактико-технические характеристики РЛС. Заключение.

Содержание лекции 8: Тактические характеристики РЛС. Связь между ними. Общая характеристика радиолокационного обзора. Виды РЛ обзора. Электрическое сканирование луча антенны. Радиолокационный обзор земной поверхности. Матрицы рассеяния радиолокационных объектов. Методы представления поляризационного состояния волны. Поляризация отраженных волн как источник информации об электрофизических свойствах цели. Заключение. Радиолокация в ГА.

Литература к лекции 8: [Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов.]

### 3.3. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Исследование параметров РЛС кругового обзора, использующих импульсный метод измерения дальности	4	[Радиолокационные системы: учебник / В. П. Бердышев]
2	Исследование параметров РЛС кругового обзора, использующих частотный метод измерения дальности	4	[Радиолокационные системы: учебник / В. П. Бердышев]
3	Исследование параметров РЛС кругового обзора, использующих фазовый метод измерения дальности	4	[Радиолокационные системы: учебник / В. П. Бердышев]
4	Исследование характеристик РЛ сигналов сложной формы	4	[Радиолокационные системы: учебник / В. П. Бердышев]
Итого:		16	



### 3.4. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	10
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	11
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	11
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	10
Итого:		42

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ, индивидуального задания, во время контрольных опросов в ходе проведения практических занятий.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации и проведении семестрового контроля знаний студентов в Донецком национальном техническом университете», утвержденном 25.09.2013 года.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Литература:

#### Основная:

1. Основы радиотехнических систем : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, О.А. Белоусов, П.А. Федюнин. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011.
2. Радиолокационные системы: учебник / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин [и др.]; под общ. ред. В. П. Бердышева ; разработ. : Центр обучающихся систем ИнТК СФУ. – Версия 1.0. – Электрон. дан. (4 Мб). – Красноярск : СФУ, 2012.
3. Радиотехнические системы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника»/Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др.; Под ред. Ю.М. Казаринов.-М.: Высш. шк., 1990.
4. Основы радиолокации. Финкельштейн М.И. Под редакцией Давыдова П.С.– М.: Советское радио, 1984г.
5. Радиолокационные системы ВС. Козлов А.И., Лутин Э.А. –М.: Транспорт, 1986г.,

#### Дополнительная:

1. Справочник по радиолокации. Под редакцией М. Сколника—М.: Советское радио, 1977-1979г.
2. Авиационная радиолокация. Справочник. Давыдов П.С., Сосновский А.А., Хаймович И.А. —М.: Транспорт, 1984г.

**Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

К лекциям:

1. Конспект лекций

К лабораторным работам:

1. Методические пособия

К самостоятельной работе студента:

1. Вопросы самостоятельной подготовки.

**Internet-ресурсы**

1. [http://femto.com.ua/articles/part\\_2/3251.html](http://femto.com.ua/articles/part_2/3251.html)
2. [http://books.sernam.ru/book\\_rds.php?id=7](http://books.sernam.ru/book_rds.php?id=7)
3. <http://www.studfiles.ru/preview/2959973/>

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1. Лекционные занятия:**

- Аудитория 311, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), телевизором, DVD, видеокамерами;
- комплект электронных презентаций/слайдов,
- и т.п.

**2. Практические занятия:**

- компьютерный класс,
- презентационная техника (проектор, экран, ноутбук),
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы Office Microsoft),

**3. Лабораторные работы:**

- Лаборатория 311, оснащенная видеокамерами, телевизорами и DVD-проигрывателем;
- шаблоны отчетов по лабораторным работам,
- осциллографы и вольтметры.

Составитель рабочей программы: \_\_\_\_\_ Петрушкевич П.А.  
(подпись)