

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра радиоэлектронных  
систем (РЭС\_ОР)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра радиоэлектронных  
систем (РЭС\_ОР)

наименование кафедры

**Ф.В. Зандер**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ**

Дисциплина Б1.Б.38 Радиолокационные системы

Направление подготовки /  
специальность 25.05.03 Техническая эксплуатация  
транспортного радиоборудования  
*Специализация 25 05 03 02*

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2016

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

250000 «АЭРОНАВИГАЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования

Специализация 25.05.03.02 Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита 2016г.

Программу  
составили

канд.техн.наук, Доцент, В.Ф. Гарифуллин

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Радиолокационные системы» является теоретическое и практическое освоение методов, алгоритмов, принципов построения и функционирования радиолокационных систем и комплексов различного назначения. Формирование и развитие у студентов профессиональных качеств, научного мировоззрения, творческого мышления, целеустремленности, самостоятельности и инициативы.

Дисциплина является базовой.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- принципы построения и функционирования радиолокационных систем обнаружения и сопровождения, радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью;
- методы и алгоритмы обработки сигналов в радиолокационных системах;
- алгоритмы оптимизации структуры радиолокационных систем;
- методы и алгоритмы вторичной обработки радиолокационной информации;
- методы и алгоритмы распознавания радиолокационных целей, методы моделирования радиолокационных устройств и систем.

Уметь:

- проводить анализ и синтез радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью;
- оптимизировать структуру радиолокационных систем в соответствии с выбранными, или заданными критериями качества;
- оценивать основные характеристики радиолокационных систем;
- проводить моделирование радиолокационных систем и устройств.

Владеть:

- методами расчета основных характеристик радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью;
- навыками проведения экспериментальных исследований отдельных устройств радиолокационных систем;
- типовыми программными средствами для проектирования и моделирования радиолокационных устройств и систем.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ОПК-5:способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией</b>	
<b>ПК-21:способностью к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности</b>	
Уровень 1	алгоритмы оптимизации структуры радиолокационных систем; методы и алгоритмы вторичной обработки радиолокационной информации
Уровень 2	принципы построения и функционирования радиолокационных систем обнаружения и сопровождения, радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью; методы и алгоритмы обработки сигналов в радиолокационных системах;
Уровень 3	методы и алгоритмы распознавания радиолокационных целей, методы моделирования радиолокационных устройств и систем
Уровень 1	проводить моделирование радиолокационных систем и устройств.
Уровень 2	проводить анализ и синтез радиолокационных систем с высокой разрешающей способностью; оптимизировать структуру радиолокационных систем в соответствии с выбранными, или заданными критериями качества;
Уровень 3	оценивать основные характеристики радиолокационных систем;
Уровень 2	способностью к разработке проектов, технических условий, требований, технологий, программ решения производственных задач и нормативной документации для новых объектов профессиональной деятельности

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина базируется на ранее изученных дисциплинах:  
Информационные технологии управления  
Устройства генерирования и формирования сигналов  
Радиоавтоматика  
Радиотехнические цепи и сигналы  
Основы теории цепей

Данная дисциплина является основной для изучения дисциплин:

Радионавигационные системы  
Основы теории радиосистем и комплексов управления  
Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>5 (180)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Модуль 1. Раздел 1: Основы теории обнаружения и оптимальной обработки радиолокационных сигналов. Тема 1. Введение. Основные понятия, принципы и характеристики радиолокации. Сигналы и помехи в радиолокации.	2	0	0	4	ПК-21
2	Тема 2. Основы статистической теории обнаружения радиолокационных сигналов.	8	0	12	8	ПК-21

3	Раздел 2:Разрешение и оценка параметров сигналов, распознавание воздушных объектов. Тема 3. Основы статистической теории разрешения радиолокационных сигналов.	4	0	6	12	ПК-21
4	Тема 4. Основы статистической теории оценивания параметров радиолокационных сигналов. Распознавание классов воздушных объектов.	4	0	0	10	ПК-21
5	Тема 5. Особенности получения локационной информации в многопозиционных системах. Вторичная обработка РЛИ.	2	0	0	6	ПК-21
6	Модуль 2. Раздел 3:Основы построения РЛС и РЛК. Тема 6. Теоретические основы и принципы построения РЛС и РЛК.	6	0	0	6	ПК-21
7	Тема 7. Методы повышения помехозащитности РЛС и РЛК.	4	0	0	8	ПК-21



8	Тема 8. Особенности обнаружения и измерения параметров радиолокационных сигналов на фоне внешних помех.	2	0	12	10	ПК-21
9	Тема 9. Устройства формирования излучения и приема радиолокационных сигналов.	4	0	6	8	ПК-21
Всего		36	0	36	72	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Физические основы радиолокации. Виды радиолокации. Способы обзора пространства. Зондирующий сигнал и его характеристики. Эффективная площадь рассеяния целей	2	0	0
2	2	Постановка и методика решения задачи оптимизации обнаружения сигналов. Показатели качества и статистические критерии оптимизации обнаружения сигналов.	4	0	0
3	2	Обнаружение когерентных и некогерентных сигналов	2	0	0

4	2	Дальность обнаружения и зоны обнаружения РЛС. Влияние Земли и атмосферы на дальность действия РЛС.	2	0	0
5	3	Общие сведения о разрешении сигналов. Автокорреляционные функции когерентных сигналов. Устройства разрешения сигналов.	4	0	0
6	4	Постановка и методика решения задачи оптимального измерения. Показатели и статистические критерии оценивания. Потенциальная точность измерения.	2	0	0
7	4	Распознавание классов воздушных объектов. Признаки распознавания.	2	0	0
8	5	Общая характеристика многопозиционных РЛС (МНРЛС). Принцип пассивной локации и методы определения координат.	2	0	0
9	6	Радиолокационная система. Роль принципов радиолокации и технических ограничений в построении радиолокационных средств РТВ. Обобщенная структурная схема РЛК (РЛС).	6	0	0
10	7	Анализ защищенности РЛС от шумовых помех. Методы защиты РЛС от активных шумовых и импульсных помех.	2	0	0

11	7	Основные алгоритмы и устройства адаптации к активным помехам.	2	0	0
12	8	Радиопередающие устройства РЛС и их технические характеристики. Варианты структурных схем радиопередающих устройств и их сравнительная характеристика.	2	0	0
13	9	Радиоприемные устройства и их влияние на технические характеристики РЛС. Принципы построения приемных устройств.	2	0	0
14	9	Принципы построения систем вторичной радиолокации.	2	0	0
Всего			26	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Исследование частотно-временных характеристик радиолокационных сигналов.	6	0	0
2	2	Исследование показателей качества обнаружения когерентных сигналов.	6	0	0
3	3	Автокорреляционные функции когерентных сигналов	6	0	0

4	8	Исследование устройств согласованной фильтрации узкополосных сигналов	6	0	0
5	8	Исследование устройств согласованной фильтрации сложных сигналов	6	0	0
6	9	Исследование устройств согласованной обработки сигналов, принимаемых на фоне пассивных помех (систем СДЦ)	6	0	0
Итого			26	0	0

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Фомин А. Н.	Теоретические основы радиолокации. Радиолокационные системы: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 210304.65 «Радиоэлектронные системы» и 160905.65 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»]	Красноярск: СФУ, 2012

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Казаринов Ю. М., Коломенский Ю. А., Кутузов В. М., Леонтьев В. В., Маругин А. С., Орлов В. К., Подкопаев Б. П., Ульяницкий Ю. Д., Казаринов Ю. М.	Радиотехнические системы: учебник для студентов вузов	Москва: Академия, 2008

Л1.2	Бердышев В. П., Гарин Е. Н., Фомин А. Н., Тяпкин В. Н., Фатеев Ю. Л., Лютиков И. В., Богданов А. В., Кордюков Р. Ю., Бердышев В. П.	Радиолокационные системы: учебник для воен. кафедр вузов, а также спец. 210000 "Электронная техника, радиотехника и связь"	Красноярск: СФУ, 2011
Л1.3	Васин В. А., Власов И. Б., Дмитриев Д. Д., Калмыков В. В., Кузнецов А. А., Николаев А. И., Пудловский В. Б., Федоров И. Б.	Информационные технологии в радиотехнических системах: учеб. пособие для вузов	Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011
Л1.4	Тяпкин В. Н., Фомин А. Н., Гарин Е. Н., Фатеев Ю. Л., Бердышев В. П., Ноговицын А. А., Темеров А. В., Сомов В. Г., Лютиков И. В., Тяпкин В. Н.	Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск: учебник для курсантов учебных военных центров ВВС, обучающихся по военно-учетной специальности "Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов ПВО ВВС"	Красноярск: СФУ, 2016
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Сосулин Ю.Г.	Теоретические основы радиолокации и радионавигации: учеб. пособие для радиотех. спец. вузов	Москва: Радио и связь, 1992
Л2.2	Лезин Ю.С.	Введение в теорию и технику радиотехнических систем: учеб. пособие для вузов	Москва: Радио и связь, 1986
Л2.3	Бакулев П. А.	Радиолокационные системы: учебник для вузов	Москва: Радиотехника, 2004
Л2.4	Соколов А. В.	Вопросы перспективной радиолокации: монография	Москва: Радиотехника, 2003
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Фомин А. Н.	Теоретические основы радиолокации. Радиолокационные системы: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 210304.65 «Радиоэлектронные системы» и 160905.65 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»]	Красноярск: СФУ, 2012
ЛЗ.2	Тяпкин В. Н., Фомин А. Н., Лютиков И. В.	Теоретические основы радиолокации. Радиолокационные системы: учеб.-метод. пособие для практич. занятий [для студентов спец. 210304.65 «Радиоэлектронные системы» и 160905.65 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»]	Красноярск: СФУ, 2012

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Сайт с технической литературой, статьями и обзорами IEEE	<a href="http://www.ieee.org">http://www.ieee.org</a>
Э2	Справочник по микросхемам, архив журналов и принципиальных схем и др. информация CHIPINFO	<a href="http://www.chipinfo.ru/">http://www.chipinfo.ru/</a>
Э3	Бесплатная демонстрационная версия Microwave office	<a href="http://getintopc.com/software/circuit-esigning/microwave-office-free-download/">http://getintopc.com/software/circuit-esigning/microwave-office-free-download/</a>
Э4	Бесплатная демонстрационная версия antenna Magus (официальный сайт компании "Евроинтех".)	<a href="http://www.eurointech.ru/products/CST/">http://www.eurointech.ru/products/CST/</a>

### **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Методические указания по отработке лекций и учебной литературы

Результат самостоятельной работы во многом зависит от умения правильно обрабатывать текст прослушанной лекции, учебника или учебного пособия. На лекциях излагается основной теоретический материал, ставятся проблемы и задаются направления для самостоятельной проработки большого числа вопросов. При этом каждому курсанту необходимо помнить, что:

текст лекции необходимо обрабатывать с учебником и обязательным ведением черновых записей;

самостоятельную отработку учебных вопросов по тексту лекций или учебнику рекомендуется производить в следующей последовательности:

твердо уяснить место изучаемого явления или факта в процессе радиолокационного наблюдения;

уяснить логику рассуждений и методику исследования, предложенную в лекции или учебнике;

понять физический смысл исходных и конечных математических выражений;

самостоятельно выполнить необходимое математическое преобразование при отработке изучаемого вопроса;

на основании полученных выражений научиться синтезировать структурные схемы устройств, реализующих изучаемые методы радиолокации.

#### Методические указания по подготовке к практическим занятиям

Вопросы по курсу, требующие более детального изучения, выносятся на практические занятия.

На занятиях проводится углубленное изучение важных теоретических вопросов, уяснение физического смысла и прикладной направленности основных положений лекции, выполняются практические расчеты и вырабатываются требования к структурным элементам РЛС. Кроме этого, на практических занятиях курсанты изучают элементы структурных схем типовых РЛС, устанавливают взаимосвязь изученных материалов и алгоритм обработки сигналов в РЛС, уясняют закономерность и физический смысл операций, выполняемых расчетом при обнаружении и сопровождении целей.

При подготовке к практическим занятиям необходимо:

- уяснить этапы обработки сигнала в РЛС;
- установить тип устройств, выполняющих отдельные этапы обработки сигналов в РЛС;
- выяснить влияние параметров элементов тракта обработки на тактико-технические характеристики РЛС;
- уяснить закономерность получения основных математических выражений, их физический смысл;
- достичь четкого понимания соответствующих рисунков, графиков и структурных схем математическим выражениям;
- самостоятельно произвести необходимые математические расчеты и продумать методику решения задач на занятии согласно заданию;
- установить перечень неясных вопросов, подлежащих выяснению у преподавателя.

На занятиях каждый курсант должен иметь:

- тетрадь конспектов лекций;
- тетрадь для практических занятий;
- калькулятор (ноутбук);
- необходимый справочный материал (таблицы, графики и пр.).

Методические указания по подготовке и выполнению лабораторных работ

На лабораторных занятиях проводится экспериментальное исследование наиболее важных характеристик радиолокационных целей, зондирующих сигналов и некоторых элементов РЛС. В процессе занятий курсанты закрепляют знания теории, проверяют соответствие теоретических положений экспериментальным результатам, получают навыки в использовании КИА при выполнении различного вида измерений.

Подготовка к лабораторному занятию проводится в два этапа.

Первый этап выполняется в классе для самоподготовки и включает:

- изучение цели лабораторного исследования;
- повторение теоретического материала в соответствии с контрольными вопросами к работе;
- ознакомление с порядком выполнения и физическим смыслом;
- ознакомление со структурной схемой установки и особенностями использования контрольно-измерительных приборов;
- выполнение необходимых практических расчетов и графических работ.
- Второй этап подготовки проводится под руководством преподавателя и лаборантского состава и включает в себя:
  - ознакомление с лабораторной установкой в лаборатории;
  - с последовательностью выполнения операций при выполнении исследований;
  - прогнозирование результатов.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	MathSoft	MathCad-2003(11–13)
9.1.2	National Instruments	Среда графического программирования LabVIEW.
9.1.3	MathSoft	Система MatLab 6(7.3) + Simulink 5 (учебная).

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Электронно-библиотечная система СФУ[Электронный ресурс]: - Режим доступа: <a href="http://bik.sfu-kras.ru">http://bik.sfu-kras.ru</a>
9.2.2	Государственная универсальная научная библиотека Красноярского края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://www.kraslib.ru/">http://www.kraslib.ru/</a>



## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

1. ул. Киренского, 28, Класс автоматизированного лабораторного практикума Б-223л, Класс САПР Б-223с Учебный класс с оборудованием для демонстрации презентационного материала и учебных кинофильмов при проведении практических занятий.

Для проведения лабораторных занятий: учебный класс с 10 персональными компьютерами с выходом в Интернет и установленным программным обеспечением из п.9.1 настоящей программы.

2. г. Красноярск, ул. Декабристов 19, АО «НПП «Радиосвязь»

Учебные классы, оснащенные компьютерами, подключенными к внутривзаводской локальной сети и имеющими доступ к базам данных систем «Лощман» и «Вертикаль» Учебно-научные лаборатории, оснащенные компьютерами, навигационной аппаратурой, термокамерами, современными контрольно-измерительными приборами. Из лабораторий имеются выходы на антенную площадку, оборудованную наклонно-поворотными стендами, стендами линейных перемещений Научно-исследовательский центр оборудование: генератор сигналов, генератор аналоговых сигналов, стандарт частоты и времени водородный, анализатор последовательных данных, векторный анализатор цепей, контрольно-поверочная аппаратура.

Блоки РЛС.