

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Сложные сигналы в РТС
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиотехнических систем**

Учебный план z11.03.01_25_00.plx
11.03.01 Радиотехника

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		Итого	
	уп	рп		
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	2	2	2	2
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	10,25	10,25	10,25	10,25
Контактная работа	10,25	10,25	10,25	10,25
Сам. работа	48	48	48	48
Часы на контроль	3,75	3,75	3,75	3,75
Контрольная работа заочники	10	10	10	10
Итого	72	72	72	72

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Штрунова Екатерина Сергеевна

Рабочая программа дисциплины

Сложные сигналы в РТС

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

составлена на основании учебного плана:

11.03.01 Радиотехника

утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Радиотехнических систем

Протокол от 05.06.2025 г. № 10

Срок действия программы: 20252030 уч.г.

Зав. кафедрой Кошелев Виталий Иванович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Радиотехнических систем

Протокол от _____ 2029 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является выработка базовых знаний в области применения широкополосных сигналов в радиолокации, радионавигации и системах связи, а также подготовка обучающихся к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.
1.2	Обучение студентов по курсу «Сложные сигналы в радиотехнических системах» направлено на углубленное получение знаний по разделам курса, теоретическое и практическое освоение теории и техники применения сложных сигналов.
1.3	
1.4	Задачи дисциплины:
1.5	- получение представления о широкополосных сигналах;
1.6	- изучение основных типов сложных сигналов, методов их формирования и оптимального приема.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Системы автоматизированного проектирования в микроэлектронике
2.1.2	Технологическая (проектно-технологическая) практика
2.1.3	Датчики на основе микро -и нанотехнологий
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Учебно-исследовательская работа
2.2.2	Расчетно-конструкторская работа
2.2.3	Основы радиоэлектронной борьбы
2.2.4	Средства РЭБ для защиты ЛА
2.2.5	Средства радиоэлектронного наблюдения
2.2.6	Средства защиты РЛС от помех
2.2.7	Научно-исследовательская работа
2.2.8	Преддипломная практика
2.2.9	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1: Способен обеспечить проведение экспериментов и испытаний систем бортового оборудования авиационных комплексов различного назначения	
ПК-1.1. Выполняет математическое моделирование объектов и процессов функционирования систем по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	
Знать основные виды сложных сигналов, используемых в различных радиотехнических системах (РТС); способы формирования сложных сигналов в РТС; способы обработки сложных сигналов в РТС; основные параметры, характеристики, свойства сигналов, влияющие на тактико-технические характеристики РТС; методы имитационного моделирования сложных сигналов, применяемых в РТС; методы имитационного моделирования процесса формирования и обработки сложных сигналов, применяемых в РТС; Уметь оценивать основные параметры сложных сигналов, по результатам анализа сделать вывод о свойствах сигналов; по заданным исходным данным выбрать вид сигнала, обеспечивающего требуемые характеристики разрабатываемой РТС для решения поставленной задачи; выполнять математическое моделирование сложных сигналов процесса их обработки, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. Владеть навыками дискуссии по тематике обработки сигналов; терминологией в области оптимизации и использования сложных сигналов применительно к задачам радиотехнического назначения. навыками компьютерного моделирования сложных сигналов и процессов их формирования и обработки в среде LabVIEW.	
ПК-1.2. Выполняет обработку и анализ материалов в процессе исследований	

Знать
основные средства и приемы обработки и анализа экспериментальных данных в области сложных сигналов;
Уметь
применять основные приемы обработки и представления экспериментальных данных с помощью стандартного программного обеспечения при разработке радиотехнических систем с применением сложных сигналов;
Владеть
навыками обработки и представления экспериментальных данных при анализе свойств сложных сигналов.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- основные виды сложных сигналов, используемых в различных радиотехнических системах (РТС);
3.1.2	- способы формирования сложных сигналов в РТС;
3.1.3	- способы обработки сложных сигналов в РТС;
3.1.4	- основные параметры, характеристики, свойства сигналов, влияющие на тактико-технические характеристики РТС;
3.1.5	- методы имитационного моделирования сложных сигналов, применяемых в РТС;
3.1.6	- методы имитационного моделирования процесса формирования и обработки сложных сигналов, применяемых в РТС;
3.1.7	- основные средства и приемы обработки и анализа экспериментальных данных в области сложных сигналов.
3.2	Уметь:
3.2.1	- оценивать основные параметры сложных сигналов, по результатам анализа сделать вывод о свойствах сигналов;
3.2.2	- по заданным исходным данным выбрать вид сигнала, обеспечивающего требуемые характеристики разрабатываемой РТС для решения поставленной задачи;
3.2.3	- выполнять математическое моделирование сложных сигналов процесса их обработки, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;
3.2.4	- применять основные приемы обработки и представления экспериментальных данных с помощью стандартного программного обеспечения при разработке радиотехнических систем с применением сложных сигналов.
3.3	Владеть:
3.3.1	- навыками дискуссии по тематике обработки сигналов;
3.3.2	- терминологией в области оптимизации и использования сложных сигналов применительно к задачам радиотехнического назначения;
3.3.3	- навыками компьютерного моделирования сложных сигналов и процессов их формирования и обработки в среде LabVIEW;
3.3.4	- навыками обработки и представления экспериментальных данных при анализе свойств сложных сигналов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Содержание дисциплины					
1.1	Понятие сложного сигнала /Тема/	4	0			
1.2	Понятие сложного сигнала. База. Согласованный фильтр. Двумерная корреляционная функция. Тело и диаграмма неопределенности. Разрешающая способность /Лек/	4	1	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.3	Изучение конспекта лекций. Изучение двумерных корреляционных функций основных радиотехнических сигналов. /Ср/	4	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.4	Сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) /Тема/	4	0			
1.5	Изучение конспекта лекций. Изучение принципа работы цифровых синтезаторов частоты. Изучение дополнительных методов моделирования процесса генерации сложных сигналов в среде LabVIEW. /Ср/	4	8	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.

1.6	Сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). Способы формирования ЛЧМ сигнала: активный, пассивный, цифровой. Методы генерирования сигналов в LabVIEW: вычисление процесса по формуле; формирование процесса с использованием элементарных функций; использование встроенных генераторов детерминированных процессов. Согласованная фильтрация ЛЧМ. Борьба с боковыми лепестками автокорреляционной функции. Влияние частоты Доплера на согласованную фильтрацию ЛЧМ. Методы моделирования процесса обработки сигналов в среде LabVIEW. Виртуальные приборы для согласованной обработки сигналов в среде LabVIEW. /Лек/	4	1	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.7	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Изучение принципов цифровой согласованной фильтрации ЛЧМ сигналов. Изучение дополнительных инструментов для обработки сложных сигналов и их индикации в среде LabVIEW. /Ср/	4	2	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.8	Исследование характеристик сигналов с линейной частотной модуляцией в среде LabVIEW. /Лаб/	4	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Отчёт. Ответы на вопросы.
1.9	Расчет разрешающей способности ЛЧМ сигнала по дальности и скорости. /Лаб/	4	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Отчёт. Ответы на вопросы.
1.10	Фазоманипулированные сигналы /Тема/	4	0			
1.11	Классификация дискретно-кодированных сигналов. Сигналы с бинарной фазовой манипуляцией (ФМн) BPSK. Коды Баркера. М-последовательности. Порождающие полиномы. Генераторы и согласованные фильтры для М-последовательностей. Относительная фазовая манипуляция. Последовательности Голда и Кассами. Применение в радионавигационных системах и системах передачи данных с кодовым разделением каналов. Четырехпозиционная ФМн QPSK. Сигнальные созвездия. Применение в системах передачи данных. /Лек/	4	1	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.12	Изучение конспекта лекций. Изучение амплитудно-манипулированных сигналов. Изучение методов формирования и согласованной фильтрации ФМн-2 сигналов. /Ср/	4	8	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.

1.13	Изучение конспекта лекций. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к практическому занятию. Согласованная фильтрация сигналов, манипулированных по фазе М-последовательностью. Последовательности Голда и Кассами. Применение в радионавигационных системах и системах передачи данных с кодовым разделением каналов. /Ср/	4	6	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.14	Составление структурных схем генераторов М-последовательностей по заданным характеристическим полиномам. Моделирование генераторов и согласованных фильтров М-последовательности в LabVIEW. /Пр/	4	2	ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	Отчёт. Ответы на вопросы.
1.15	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию. Изучение других видов радионавигационных сигналов. /Ср/	4	8	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.16	Изучение конспекта лекций. Изучение сигнальных созвездий. Изучение видов четырехпозиционной фазовой манипуляции. /Ср/	4	6	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.17	Частотно-кодированные сигналы /Тема/	4	0			
1.18	Основные свойства частотно-кодированных сигналов. Сигналы Костаса. Частотно-временная матрица. Разностная матрица /Лек/	4	1	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
1.19	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию. Изучение алгоритмов построения частотно-временных матриц Костаса. /Ср/	4	8	ПК-1.1-3 ПК-1.2-3	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э3	Зачет.
	Раздел 2. Промежуточная аттестация					
2.1	Подготовка к зачету, иная контактная работа /Тема/	4	0			
2.2	Подготовка к зачету /Зачёт/	4	3,75	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
2.3	Прием зачета /ИКР/	4	0,25	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В		Ответы на вопросы. Ответ по билету.
2.4	Контрольная работа /КрЗ/	4	10	ПК-1.1-3 ПК-1.1-У ПК-1.1-В ПК-1.2-3 ПК-1.2-У ПК-1.2-В		

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы

по дисциплине "Сложные сигналы в РТС").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Холопов И.С., Штрунова Е.С.	Сложные сигналы в радиотехнических системах: учеб. пособие : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2022,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/3304

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Попов В. Ф.	Широкополосные и сверхширокополосные сигналы в системах мобильной связи и навигации : учебное пособие	Омск: Омский государственный технический университет, 2015, 204 с.	978-5-8149-2121-5, http://www.iprbookshop.ru/58103.html
Л2.2	Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Цербаков Г. И.	LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора	Москва: ДМК Пресс, 2010, 400 с.	5-94074-346-3, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40009
Л2.3	Дятлов А. П., Кульбикаян Б. Х.	Корреляционная обработка широкополосных сигналов в автоматизированных комплексах радиомониторинга	Москва: Горячая линия -Телеком, 2017, 332 с.	978-5-9912-0332-6, https://e.lanbook.com/book/111054
Л2.4	Федосов В.П., Нестеренко А.К.	Цифровая обработка сигналов в LabVIEW	М.: ДМК Пресс, 2007, 468с.	5-94074-342-0, 1
Л2.5	Бакулев П.А.	Радиолокационные системы : учеб. для вузов	М.: Радиотехника, 2007, 376с.	5-88070-142-5, 1
Л2.6	Трифонов П. А., Радченко Ю. С.	Сверхширокополосные сигналы и их основные свойства	Воронеж: ВГУ, 2016, 32 с.	, https://e.lanbook.com/book/165410

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Гришаев Ю.Н., Штрунова Е.С.	Исследование характеристик сигналов с линейной частотной модуляцией : метод. указ. к лаб. работе	Рязань, 2015, 12с.	, 1
Л3.2	Штрунова Е.С.	Исследование характеристик сигналов с бинарной фазовой манипуляцией : метод. указ. к лаб. работе	Рязань, 2016, 12с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: https://e.lanbook.com/
Э2	Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: https://iprbookshop.ru/ .
Э3	Электронная библиотека РГРТУ https://elib.rsreu.ru/ebs
6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	
6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства	
Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
OpenOffice	Свободное ПО
Microsoft Office	Коммерческая лицензия
MathCAD	Коммерческая лицензия
LabView 7.1	Лицензионное ПО
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)
6.3.2.2	Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru
6.3.2.3	Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	525 Лабораторный корпус.. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель (56 посадочных мест), магнитно-маркерная доска. 1 интерактивный комплект T82/IN124Sta/WTN140-доска IQ Board DVT T082+проектор Infocus IN124STA. ПК: Intel Core i5 /8Gb. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	417 Лабораторный корпус. учебная лаборатория для проведения лабораторных работ, самостоятельной работы обучающихся Учебно-лабораторный комплекс «Радиолокационные станции обнаружения подвижных объектов на базе АФАР-16», РЛС-02-16. Комплект учебно-лабораторного оборудования для изучения основ радиолокации ЭЛБ-150.024.01. Учебно-лабораторные макеты: генераторы, осциллографы, радиовысотомер, отладочные комплекты, 1 мультимедийный проектор 1800 Ansi, экран, магнитно-маркерная доска, специализированная мебель. ПК: Intel Pentium G5420/8Gb – 6 шт Intel Pentium Dual/2Gb – 3 шт Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.
3	423 А Лабораторный корпус. учебная лаборатория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, для проведения самостоятельной работы обучающихся Специализированная мебель (18 посадочных мест), ПК: Intel Pentium Dual/3,24Gb – 1 шт. 1 мультимедийный проектор 1800 Ansi, экран, магнитно-маркерная доска. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Сложные сигналы в РТС").

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Кошелев Виталий Иванович,
Заведующий кафедрой РТС

04.07.25 16:06
(MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Кошелев Виталий Иванович,
Заведующий кафедрой РТС

04.07.25 16:06
(MSK)

Простая подпись