



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01.11 Проектирование цифровых систем и устройств радиосвязи

*(Шифр и полное название дисциплины в соответствии с учебным планом)*

**Направление подготовки:** 11.03.01 Радиотехника

**Направленность (профиль):** Электронные цифровые устройства и системы

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очно-заочная

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс		4, 5	
Семестр/триместр		В, С, D	

Лекции		20	
Лабораторные занятия		20	
Практические (семинарские) занятия			
Консультации		1	
Форма(ы) промежуточной аттестации		1,1	
Контроль		9	
Иные формы работы			
Самостоятельная работа		263,9	

**Всего часов:** 324

**Трудоемкость:** 9 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент \_\_\_\_\_ Пешков И.В.

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** являются получение студентами математических основ представления и обработки аналоговых и дискретных сигналов радиотехнических систем. Практических навыков по основам анализа, построения систем представления, преобразования аналоговых и дискретных сигналов радиотехнических систем.

**Задачи изучения дисциплины:**

- изучение теоретических основ и практического навыков представления сигналов в обобщенных радиотехнических системах;
- линейных инвариантных во времени систем, свертки; спектрального анализа; фильтрации;
- статистических и вероятностных соотношений при приеме и обработке сигналов.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина Б1.В.01.12 «Проектирование цифровых систем и устройств радиосвязи и радиодоступа» реализуется в рамках модуля 5 «Электронные цифровые устройства и системы» части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

### Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>ПКС-2</b> Способен к контролю работоспособности, техническому обслуживанию систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа	<b>Знать:</b> - основы теории функционирования радиотехнических систем передачи информации; - характеристики, принцип действия, конструкцию сложных функциональных узлов радиотехнических комплексов и устройств; - теорию и практику эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств.	<b>Знает:</b> - принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования; - методы и средства контроля технического состояния систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа.
	<b>Уметь:</b> - монтировать и настраивать составные части радиотехнических комплексов и устройств; - проводить мониторинг технического состояния радиотехнических комплексов	<b>Умеет:</b> - использовать контрольно-измерительное оборудование для контроля работоспособности систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа - осуществлять поверку технического состояния и

	и устройств по основным показателям	остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт; - диагностировать и оценивать техническое состояние систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа - устранять неисправности, приводящие к возникновению неработоспособного состояния систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа
	<b>Владеть:</b> - навыками регулировки и мониторинга технического состояния радиотехнических комплексов и устройств; - навыками настройки программных средств, используемых при техническом обслуживании и эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств; - навыками использования контрольно-измерительного оборудования для диагностики состояния радиотехнических комплексов и устройств.	<b>Владеет:</b> - навыками устранения неисправностей, возникших в процессе эксплуатации систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа, - навыками проверки функционирования систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа после проведения ремонтных работ.
<b>УК-2</b> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	<b>Знать:</b> - графические и другие способы проектирование цифровых радиотехнических устройств на основе оптимизации на основе современных стандартов и регламентов по радиоизлучению	<b>Знает:</b> - способы проектирования решения конкретной задачи проекта, определения оптимальных способов ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений;
	<b>Уметь:</b> - формулировать требования и ставить задачи по проектированию цифровых радиотехнических устройств на основе регламентов стандартов и регламентов по радиоизлучению	<b>Умеет:</b> - формулировать совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение; - качественно решать конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время
	<b>Владеет:</b> - навыками расчёта амплитудно-частотных и фазо-частотных параметров цифровых	<b>Владеет:</b> - навыками определения ожидаемых результатов решения поставленных задач;

	<p>радиотехнических устройств, а также расчёта канального кодирования источника</p> <p>- навыками графического представления результатов расчета цифровых радиотехнических устройств</p>	<p>- навыками публичного представления результатов решения задач исследования, проекта, деятельности;</p>
--	--	---

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

**Очная форма обучения (не реализуется)**

**Очно-заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	<b>Раздел 1. «Расчёт линейных фильтрующих элементов»</b>	24	2		2	40
2.	Тема 1. «Основные параметры линейных фильтрующих цепей. АЧХ, ФЧХ, Групповое время задержки»	4	2		2	20
3.	Тема 2. «РС-Фильтр низкой и высокой частоты. Схемы, АЧХ, ФЧХ.»	5				5
4.	Тема 3. «РС полосовой Фильтр. РС режекторый Фильтр. Схема, АЧХ, ФЧХ»	5				5
5.	Тема 4. «Топология Кауэра. АЧХ, ФЧХ фильтра Баттерворта, Бесселя, Фильтр Чебышёва, Эллиптический фильтр. Расчёт простого полосового фильтра»	5				5
6.	Тема 5. «Согласование импедансов»	5				5
7.	<b>Раздел 2. «Усилители радиочастоты»</b>	34	2		2	55
8.	Итого за _В_ семестр	108	8		6	95
9.	Тема 8. « Назначение и классификация УРЧ. Малошумящие усилители, усилители	4	2		2	

	мощности, промежуточной частоты.»					
10.	Тема 9. «Характеристики и параметры УРЧ. АХ, АЧХ, ФЧХ, динамический диапазон, коэффициент усиления, нелинейных искажений, КПД»	10				10
11.	Тема 10. «Практические схемы усилителей радиочастоты. Принцип работы усилителя»	5				15
12.	Тема 11. «Режимы работы усилительных элементов»	5				15
13.	Тема 12. «Схема усилителя радиочастоты на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером. Расчёт и принцип работы.»	5				5
14.	Итого за С семестр	108	8		6	95
15.	<b>Раздел 2.</b> <b>«Преобразование частоты»</b>	39,2	2		4	33,2
16.	Тема 13. «Общие сведения о преобразовании частоты»	6	2		4	
17.	Тема 14. «Принцип работы преобразователя частоты. Некоторые схемы преобразователей частоты»	23,2				23,2
18.	Тема 15. «Дополнительные каналы приёма и избирательность. Выбор промежуточной	5				5

	частоты.»					
19.	Тема 16. «Супергетеродинный приемник.»	5				5
20.	Контроль	9				
21.	Консультации					
22.	Форма отчетности: Экзамен	0,8				
23.	Иные формы работы	1				
24.	Итого за <u>D</u> семестр	108	6		8	83,2
25.	в т.ч. практическая подготовка					
26.	ИТОГО:	324	20		20	263,9

### **Заочная форма обучения (не реализуется)**

## **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Внутрисеместровая аттестация проводится в форме письменной контрольной работы.

### **ТИПОВОЙ ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Приведите описание основных параметров линейных фильтрующих цепей. АЧХ, ФЧХ, Групповое время задержки.
2. Рассчитать РС-фильтр нижних частот со следующими параметрами: полоса пропускания составляет 17 кГц, сопротивление резистора 5 кОм.
1. Если усилитель мощности выдает выходной сигнал в 10 раз больше, чем его вход, каково будет его усиление, измеренное в децибелах?

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам (модулям) осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов:

### **Вопросы к экзамену ( 7 семестр, очная форма обучения)**

1. Основные параметры линейных фильтрующих цепей. АЧХ, ФЧХ, Групповое время задержки.
2. РС-Фильтр низкой частоты. Схемы, АЧХ, ФЧХ.
3. РС-Фильтр высокой частоты. Схемы, АЧХ, ФЧХ.
4. РС полосовой Фильтр. Схема, АЧХ, ФЧХ.

5. РС режекторый Фильтр. Схема, АЧХ, ФЧХ.
6. Топология Кауэра. АЧХ, ФЧХ фильтра Баттерворта, Бесселя, Фильтр Чебышёва, Эллиптический фильтр.
7. Расчёт простого полосового фильтра Баттерворта.
8. Согласование импедансов.
9. Назначение и классификация УРЧ.
10. Малошумящие усилители, усилители мощности, промежуточной частоты.
11. Характеристики и параметры УРЧ. АХ, АЧХ, ФЧХ, динамический диапазон, коэффициент усиления, нелинейных искажений, КПД.
12. Практические схемы усилителей радиочастоты. Принцип работы усилителя.
13. Режимы работы усилительных элементов.
14. Схема усилителя радиочастоты на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером.
15. Расчёт и принцип работы усилителя радиочастоты на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером.

### **Вопросы к экзамену**

#### **( 8 семестр, очная форма и D семестр очно-заочная обучения)**

1. Основные параметры линейных фильтрующих цепей. АЧХ, ФЧХ, Групповое время задержки.
2. РС-Фильтр низкой частоты. Схемы, АЧХ, ФЧХ.
3. РС-Фильтр высокой частоты. Схемы, АЧХ, ФЧХ.
4. РС полосовой Фильтр. Схема, АЧХ, ФЧХ.
5. РС режекторый Фильтр. Схема, АЧХ, ФЧХ.
6. Топология Кауэра. АЧХ, ФЧХ фильтра Баттерворта, Бесселя, Фильтр Чебышёва, Эллиптический фильтр.
7. Расчёт простого полосового фильтра Баттерворта.
8. Согласование импедансов.
9. Назначение и классификация УРЧ.
10. Малошумящие усилители, усилители мощности, промежуточной частоты.
11. Характеристики и параметры УРЧ. АХ, АЧХ, ФЧХ, динамический диапазон, коэффициент усиления, нелинейных искажений, КПД.
12. Практические схемы усилителей радиочастоты. Принцип работы усилителя.
13. Режимы работы усилительных элементов.
14. Схема усилителя радиочастоты на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером.
15. Расчёт и принцип работы усилителя радиочастоты на биполярном транзисторе в схеме с общим эмиттером.
16. Общие сведения о преобразовании частоты.
17. Принцип работы преобразователя частоты. Некоторые схемы преобразователей частоты.
18. Дополнительные каналы приёма и избирательность. Выбор промежуточной частоты.
19. Супергетеродинный приемник.
20. Принципы согласованной фильтрации.

21. Блок синхронизации несущей.
22. Петля Костаса
23. Блок символьной синхронизации.

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **4.1. Основная литература**

1. Кулиничев, Ю.П. Радиотехнические системы передачи информации : учебное пособие / Ю.П. Акулиничев, А.С. Бернгардт ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Кафедра радиотехнических систем. – Томск : ТУСУР, 2015. – 196 с. : схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480583> (дата обращения: 01.09.2020)
2. Велигоша, А.В. Общая теория связи : учебное пособие / А.В. Велигоша ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – 240 с. : ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457770> (дата обращения: 01.09.2020)
3. Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск : учебник / В.Н. Тяпкин, А.Н. Фомин, Е.Н. Гарин и др. ; под общ. ред. В.Н. Тяпкина ; Сибирский федеральный университет. – 2-е изд., перераб. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 536 с. : ил., табл., схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497439> (дата обращения: 01.09.2020).

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. Корниенко, В.Т. Основы построения функциональных блоков радиотехнических устройств в проектах Multisim : учебное пособие : [16+] / В.Т. Корниенко. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 105 с. : ил., схем., табл. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597411> (дата обращения: 01.09.2020)

#### **V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://www.cqham.ru">http://www.cqham.ru</a>	Технический портал радиолюбителей России	Свободный доступ.
2.	<a href="http://www.lan23.ru/">http://www.lan23.ru/</a>	Информационный некоммерческий портал беспроводных коммуникаций. Обзор аппаратных и программных средств сетей Wi-Fi. Вардрайвинг.	<a href="http://www.lan23.ru/">http://www.lan23.ru/</a>
3.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	Электронно-библиотечная система.	Регистрация через любой

			университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
--	--	--	---

## **VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.
- Octave - свободная система для математических вычислений. Срок действия лицензии: бессрочно.
- Micro-Cap — SPICE-подобная программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором. Имеется бесплатная студенческая версия (demo).
- MMANA-GAL - это программа для расчета и анализа антенн методом моментов. Срок действия лицензии: бессрочно.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных : отладочная плата LPC2378-STK, отладочный набор DL-Atlys Spartan-6 FPGA, источник постоянного тока HY3005, паяльная станция Аоуе 768, генератор сигналов высокочастотный Г4-153, генератор ТВ сигналов.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.