



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.08 Радиопередающие устройства систем цифровой 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	
Семестр/триместр		А, В	
Лекции		8	
Лабораторные занятия		10	
Практические (семинарские) занятия		10	
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации		0,3	
Контроль		9	
Иные формы работы			
Самостоятельная работа		214,7	

**Всего часов:** 252

**Трудоемкость:** 7 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

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

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** ознакомления с современными средствами, механизмами и устройствами передачи информации посредством радиосигналов. Изучение физических принципов передачи информации, а также их математических основ.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- изучение схем современных цифровых передатчиков,
- изучение алгоритмов предварительной обработки сигналов,
- научиться рассчитывать и реализовывать метода обработки сигналов в передатчиках.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина Б1.В.01.08 «Радиопередающие устройства систем цифровой радиосвязи» реализуется в рамках МОДУЛЬ 5 " Электронные цифровые устройства и системы" части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

<b>Код компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
<b>ПКС-2</b> Способен к контролю работоспособности, техническому обслуживанию систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основы теории функционирования радиотехнических систем передачи информации;</li><li>- характеристики, принцип действия, конструкцию сложных функциональных узлов радиотехнических комплексов и устройств;</li><li>- теорию и практику эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств.</li></ul>	<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования;</li><li>- методы и средства контроля технического состояния систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа.</li></ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- монтировать и настраивать составные части радиотехнических комплексов и устройств;</li><li>- проводить мониторинг технического состояния радиотехнических комплексов и устройств по основным показателям</li></ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- использовать контрольно-измерительное оборудование для контроля работоспособности систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа</li><li>- осуществлять проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт;</li><li>- диагностировать и оценивать</li></ul>

		<p>техническое состояние систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устранять неисправности, приводящие к возникновению неработоспособного состояния систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа</li> </ul>
<p><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</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками регулировки и мониторинга технического состояния радиотехнических комплексов и устройств;</li> <li>- навыками настройки программных средств, используемых при техническом обслуживании и эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств;</li> <li>- навыками использования контрольно-измерительного оборудования для диагностики состояния радиотехнических комплексов и устройств.</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- графические и другие способы проектирование цифровых радиопередающих устройств на основе оптимизации на основе современных стандартов и регламентов по радиоизлучению</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать требования и ставить задачи по проектированию цифровых радиопередающих устройств на основе регламентов стандартов и регламентов по радиоизлучению</li> </ul> <p><b>Владет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчёта амплитудно-частотных и фазо-частотных параметров цифровых радиопередающих устройств, а также расчёта канального кодирования источника</li> <li>- навыками графического представления результатов</li> </ul>	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками устранения неисправностей, возникших в процессе эксплуатации систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа,</li> <li>- навыками проверки функционирования систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа после проведения ремонтных работ.</li> </ul> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы проектирования решения конкретной задачи проекта, определения оптимальных способов ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение;</li> <li>- качественно решать конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) за установленное время</li> </ul> <p><b>Владет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками определения ожидаемых результатов решения поставленных задач;</li> <li>- навыками публичного представления результатов решения задач исследования, проекта, деятельности;</li> </ul>

	расчета цифровых радиопередающих устройств	
--	---	--

## 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. «Общие вопросы передачи»</b>	88	2	3	3	80
2.	Тема 1. «Структура систем цифровой связи»	8	2	3	3	
3.	Тема 2. «Пропускная способность систем связи»	20				20
4.	Тема 3. «Передача данных в канале с ограниченной полосой»	40				40
5.	Тема 4. «Передающая часть систем цифровой связи»	20				20
6.	<b>Раздел 2. «Структура цифровой передающей части »</b>	92	2	3	3	84
7.	Тема 5. «Кодирование источника»	8	2	3	3	
8.	Тема 6. «Сжатие информации»	20				20
9.	Тема 7. «Канальное кодирование. Множественный доступ»	20				20
10.	Тема 8. «Типы защиты от ошибок »	20				20
11.	Тема 9. «Алгоритм Хэмминга»	4				4
12.	Тема 10. «Цифровые виды модуляции»	10				10
13.	Тема 11. «Формирователь комплексной огибающей сигнала»	10				10

14.	<b>Раздел 3. «Структура аналоговой передающей части »</b>	62,7	4	6	6	44,7
15.	Тема 12. Цифро-аналоговые преобразователи.	10				10
16.	Тема 13. Усилители мощности. Общие сведения	12,7		5	3	4,7
17.	Тема 14. Усилители мощности. Класс А.	2				2
18.	Тема 15. Усилители мощности. Класс В и АВ	2				2
19.	Тема 16. Усилители мощности. Класс С, D и E	2				2
20.	Тема 17. Смесители	22	2	3	3	10
21.	Тема 18. Смесители. Смесители с двойной балансировкой	2				2
22.	Тема 19. Смесители. Смесители с двойной балансировкой	2				2
23.	Тема 20. Спектральный анализ смесителей	10				10
24.	Тема 21. Гетеродины	2	2			
25.	Контроль					
26.	Консультации					
27.	Форма отчетности: -					
28.	Итого за <u>А</u> триместр	180	4	6	6	164
29.	в т.ч. практическая подготовка					
30.	Контроль	9				
31.	Консультации					
32.	Форма отчетности: Экзамен	0,3				
33.	Итого за <u>В</u> семестр	72	6	6	6	44,7
34.	в т.ч. практическая подготовка					
35.	<b>ИТОГО:</b>	252	8	10	10	214,7

**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.

#### Задачи

1. Определить способность исправлять и обнаруживать ошибки, если кодовое расстояние составляет 5.
2. Определить способность исправлять и обнаруживать ошибки, если кодовое расстояние составляет 7.
3. Определить способность исправлять и обнаруживать ошибки, если кодовое расстояние составляет 3.
4. Построить деревья Хаффмана, если символ А встречается 15 раз, Б – 7 раз, В – 6 раз, Г – 6 раз, Д – 5 раз.
5. Построить деревья Хаффмана, если символ А встречается 5 раз, Б – 7 раз, В – 6 раз, Г – 8 раз, Д – 1 раз.
6. Построить деревья Хаффмана, если символ А встречается 1 раз, Б – 17 раз, В – 6 раз, Г – 16 раз, Д – 5 раз.
7. Произвести кодирование информационного сообщения «1011» с генерирующей матрицы Хэмминга

$$\mathbf{G} := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

8. Произвести кодирование информационного сообщения «1001» с генерирующей матрицы Хэмминга

$$\mathbf{G} := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

9. Произвести де-кодирование передаваемого сообщения «0110011» с проверочной матрицы Хэмминга

$$\mathbf{H} := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

10. Произвести де-кодирование передаваемого сообщения «0110111» с проверочной матрицы Хэмминга

$$\mathbf{H} := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

11. Произвести де-кодирование передаваемого сообщения «0110011» с проверочной матрицы Хэмминга

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

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

#### Вопросы к зачету с оценкой

( 5 семестр, очная и A триместр очно-заочная обучения)

1. Основные элементы цифровых систем связи.
2. Определить способность исправлять и обнаруживать ошибки, если кодовое расстояние составляет 5.
3. Передающая часть систем цифровой связи

4. Определить способность исправлять и обнаруживать ошибки, если кодовое расстояние составляет 7.
5. Кодирование источника.
6. Определить способность исправлять и обнаруживать ошибки, если кодовое расстояние составляет 3.
7. Сжатие информации. Алгоритм Хаффмана.
8. Построить деревья Хаффмана, если символ А встречается 15 раз, Б – 7 раз, В – 6 раз, Г – 6 раз, Д – 5 раз.
9. Коды, исправляющие ошибки при передачи сигналов
10. Построить деревья Хаффмана, если символ А встречается 5 раз, Б – 7 раз, В – 6 раз, Г – 8 раз, Д – 1 раз.
11. Детектирование ошибок. Кодовое расстояние.
12. Построить деревья Хаффмана, если символ А встречается 1 раз, Б – 17 раз, В – 6 раз, Г – 16 раз, Д – 5 раз.
13. Обнаружение ошибок. Кодовое расстояние
14. Произвести кодирование информационного сообщения «1011» с генерирующей матрицы Хэмминга
15. Процедура обнаружение и исправления ошибок Хэмминга.
16. Произвести кодирование информационного сообщения «1001» с генерирующей матрицы Хэмминга
17. Коды множественного доступа. CDMA.
18. Произвести де-кодирование передаваемого сообщения «0110011» с проверочной матрицы Хэмминга
19. Основные виды цифровой модуляции. Цифровая манипуляции.
20. Произвести де-кодирование передаваемого сообщения «0110111» с проверочной матрицы Хэмминга
21. Формирователь комплексной огибающей.
22. Произвести де-кодирование передаваемого сообщения «0110011» с проверочной матрицы Хэмминга

### **Вопросы к экзамену**

**( 6 семестр, очная/очно-заочная обучения)**

1. Цифро-аналоговые преобразователи.
2. Усилители мощности. Общие сведения
3. Усилители мощности. Класс А.
4. Усилители мощности. Класс В
5. Усилители мощности. Класс АВ
6. Усилители мощности. Класс С
7. Усилители мощности. Класс D
8. Усилители мощности. Класс Е
9. Смесители
10. Смесители. Смесители с единичной балансировкой
11. Смесители. Смесители с двойной балансировкой
12. Спектральный анализ смесителей

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

##### **4.1. Основная литература**

1. Велигоша, А.В. Устройства приема и обработки радиосигналов : учебное пособие / А.В. Велигоша ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – Ч. 1. – 196 с. : ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457774> (дата обращения: 01.09.2020).
2. Плаксиенко, В.С. Основы приема и обработки сигналов : учебное пособие / В.С. Плаксиенко, Н.Е. Плаксиенко ; Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Таганрог : Южный федеральный университет, 2016. – Ч. 2. – 85 с. : схем., табл. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493269> (дата обращения: 01.09.2020).

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

1. Мамчев, Г.В. Основы цифрового телевизионного вещания : учебное пособие / Г.В. Мамчев, С.В. Тырыкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 373 с. : табл., схем., граф. – (Учебники НГТУ). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436250> (дата обращения: 01.09.2020).
2. Мелихов, С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание : учебное пособие / С.В. Мелихов ; Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования, Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 233 с. : ил., табл., схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208686> (дата обращения: 01.09.2020).
3. Мелихов, С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание : учебное пособие / С.В. Мелихов ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – 3-е изд., испр. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 233 с. : схем., ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480772> (дата обращения: 01.09.2020).

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

<b>№ пп</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность</b>
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: Ноутбук DELL P10S; Мультимедийный проектор Toshiba TLP-X100; Проекционный экран PROECTA (160 x 160 см) (2 шт.); Стойка УРПС, типовой комплект учебного оборудования "Радиоавтоматика - линейные непрерывные системы" РА-ЛНС-МРЦ; любительская радиостанция YAESU FT-950, осциллографы «Мегеон 15010», С 1-65, С1-68, С1-49, С1-83, С1-55, генераторы низких частот Г3-118, ГНЧШ, генератор высоких частот Г4-102, Г4-116, Г4-153, генераторы прямоугольных импульсов Г5-48, Г5-54, Г6-46, вольтметры цифровые В7-4015, В7-30, В7-38, частотомеры ЧЗ-33, ЧЗ-63, ЧЗ-7; измеритель нелинейных искажений С6-11; измеритель параметров LCR; «Ишим-003», источники питания Б5-47, Б5-45; цифровой ж\к телевизор, персональный компьютер, универсальный аппаратно-программный комплекс «Алиса – СК», мультиметры, тестеры, монтажный инструмент; Лицензионное ПО: Microsoft Windows XP Home Russian 672 DELL (OEM); Microsoft Office 2007; Kaspersky Endpoint Security 11 для Windows; (12 лицензий Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition. 250-499 Node 2 year Educational Renewal License; № лицензии: 1096-181214-111355-563-621; Срок использования ПО: с 2018-12-14 до 2021-03-02; Поставщик (реселлер): BENEФ.ИТБенефит, ООО).

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