

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой РЗИ  
\_\_\_\_\_ А.В. Фатеев  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Устройства приема и обработки  
дискретных и аналоговых сигналов**

Методические указания по самостоятельной работе  
для студентов направлений 11.04.01 «Радиотехника» и  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Разработчики  
Профессор кафедры РСС, д.ф.-м.н..  
\_\_\_\_\_ А. С. Задорин;

**Задорин А. С.** Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по самостоятельной работе: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 18 с.

Приводятся методические указания по самостоятельной работе по дисциплине «Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов» для студентов-магистрантов направлений 11.04.01 «Радиотехника», 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

© Задорин А. С. 2019.

© Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
1. Цель и задачи преподавания дисциплины .....	4
2. Организация самостоятельной работы.....	4
Темы тестовых работ: .....	5
Темы практических работ:.....	8
Темы лабораторных работ:.....	9
Темы курсовых работ:.....	9
Тип 1. Бытовой радиовещательный приемник по ГОСТ5651-89 .....	9
Тип 2. Приемник цифровой телекоммуникационной системы (ПЦТКС) .....	11
Тип 3. Прототипирование SDR-приемника FM-сигнала на базе NI USRP-2920 .....	12
3. Рейтинговая система оценки успеваемости студентов.....	14
3.1. Методика текущего контроля освоения дисциплины.....	14
3.2. Балльные оценки для элементов контроля .....	15
3.3. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки .....	15
3.4. Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную международную оценку .....	15
4. Список рекомендуемой литературы .....	16
4.1. Основная литература.....	16
4.2. Дополнительная литература .....	17
4.3. Литература для практических занятий.....	17
4.4. Методические указания для лабораторных работ.....	17
4.5. Методические указания для курсового проектирования.....	18
4.6. Программное обеспечение.....	18
4.7. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	18

## 1. Цель и задачи преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС)» является развитие у студентов-магистрантов направлений 11.04.01 «Радиотехника» и 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» компетенции по решению инженерных задач, связанных с исследованием и проектированием цифровых и аналоговых устройств приема и аналого-цифровой обработки сигналов различного назначения.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-4 способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности;
- ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** современные методы математического описания принципа действия функциональных блоков и систем радиоприемного устройства (РПрУ); основные закономерности преобразования сигналов в типовых каскадах приемного устройства; методы обеспечения помехоустойчивости при приеме и преобразовании сигналов;
- **уметь** использовать современные средства вычислительной техники для решения задач приема и обработки сигналов; работать со специальной литературой; готовить техническую документацию на разработанные устройства.
- **владеть** методами и способами инженерного проектирования современных РПрУ различного назначения, их подсистем, блоков и узлов; методами экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств; методами обработки результатов экспериментальных исследований.

## 2. Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов предполагает углубленное изучение разделов дисциплины, которые связаны с проработкой лекционного материала, подготовкой к контрольным работам, выполнением лабораторных работ и самостоятельное освоение ряда теоретических вопросов при выполнении курсовой работы и подготовке к сдаче экзамена и курсового проекта.

**Темы тестовых работ:**• **Тестовая работа №1**

Структурная схема цифровой системы передачи (ЦСП) типа «точка-точка» показана на рис.3, где  $G$  - коэффициенты усиления антенн ЦСП,  $D$  – длина пролета РСС.

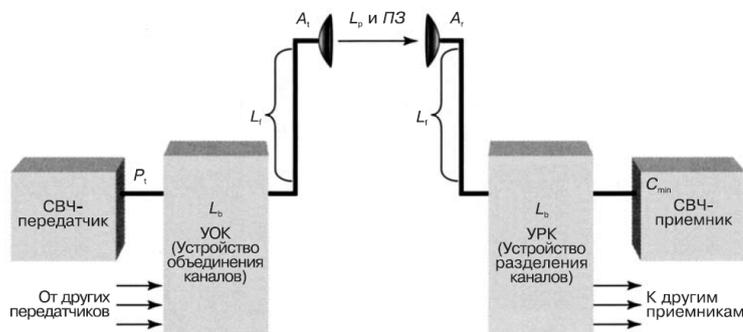


Рис. 1.3. Структурная схема цифровой ЦСП «точка-точка»

Для вариантов заданий, указанных в таблице 1, по заданным коэффициентам усиления антенн, длине линии связи, рабочей частоте, типу цифровой модуляции, скорости передачи (битрейт) и допустимому уровню BER выполнить следующие действия:

1. Предложить структурную схему системы связи;
2. Оценить уровень шумов цифрового приемника, обусловленных внешними и внутренними факторами;
3. В среде AWR Visual System Simulator (AWR VSS) для заданного типа цифровой модуляции используемого сигнала провести расчет зависимости BER от отношения сигнал/шум приемника;
4. Установить необходимый уровень мощности передатчика, обеспечивающий заданную величину коэффициента ошибок.
5. В среде AWR Visual System Simulator (AWR VSS) для заданного типа цифровой модуляции используемого сигнала провести моделирование следующих характеристик приемника ЦСП:
  - энергетического спектра;
  - глазковой диаграммы (ГД);
  - диаграммы созвездия (ДС);
  - бюджет мощности сигнала, т.е. его распределение вдоль ВЧ-тракта приёмника.
6. необходимую мощность передатчика ЦСП  $P$ ;
7. Для заданных условий РРВ по линии связи, воспользовавшись моделью надежности трассы РРВ Барнетта-Вигнанта (параметры модели: коэффициент неравномерности  $A$ , коэффициент пересчета вероятности наихудшего месяца в

годовую  $-B$ , коэффициент готовности  $-R$ ), оценить необходимую глубину регулировки системы АРУ приемника ЦСП;

- Установить необходимую АЧХ ВЧ-тракта приёмника.

**Таблица 1. Варианты заданий к тестовой работе №1.  
Расчет структурной схемы ЦСП**

№ п./п	Рабочая частота, МГц	Тип модуляции	Длина линии связи, км.	BER	Условия РРВ,	Битрейт, Мбит/с.
1.	1200	QAM-4	200	$10^{-3}$	A=4; B=0.25; R=0.98.	200
2.	1500	QPSK	500	$10^{-3}$	A=1; B=1; R=0.98.	500
3.	1800	BPSK	500	$10^{-3}$	A=0.25; B=1; R=0.98.	800
4.	2100	16-PSK	150	$10^{-3}$	A=4; B=0.125; R=0.9.	150
5.	2400	8-PSK	200	$10^{-3}$	A=1; B=0.25; R=0.98.	800
6.	2700	FSK	600	$10^{-3}$	A=2; B=0.5; R=0.98.	600
7.	2900	32-PSK	300	$10^{-3}$	A=3; B=0.75; R=0.98.	900
8.	3200	QAM-16	250	$10^{-3}$	A=1; B=1; R=0.98.	250
9.	3400	QPSK	400	$10^{-3}$	A=2; B=0.75; R=0.98.	400
10.	3600	BPSK	600	$10^{-3}$	A=3; B=0.35; R=0.98.	600
11.	3200	QAM-64	250	$10^{-3}$	A=4; B=1; R=0.98.	250
12.	3800	64-PSK	600	$10^{-3}$	A=1; B=0.25; R=0.98.	800
13.	4100	FSK	300	$10^{-3}$	A=2; B=0.35; R=0.98.	300
14.	4300	QAM-32	500	$10^{-3}$	A=3; B=0.45; R=0.98.	500
15.	4500	QAM-4	450	$10^{-3}$	A=4; B=0.25; R=0.98.	500
16.	4700	QPSK	700	$10^{-3}$	A=2; B=1; R=0.98.	700
17.	5100	QAM-8	150	$10^{-3}$	A=3; B=0.25; R=0.98.	150

### • Тестовая работа №2

Приведенная на рис.1. структурная схема усилительного тракта РПрУ первой группы сложности (по ГОСТ 5651-89 Аппаратура радиоприемная бытовая), настроена на прием заданного в соответствии с вариантом задания частотного диапазона, имеет входное сопротивление 50 Ом, и соединена со входом приемника коаксиальным кабелем, вносящим затухание 0 дБ. Тракты УВЧ приемника супергетеродинного типа выполнены на основе активных фильтров Саллена-Кея.

Для вариантов заданий, указанных в таблице 1, по заданным избирательности приемника по соседнему каналам, а также номинальному напряжению на входе детектора  $U_d$ , и коэффициенте преобразования смесителя  $K_{пр}$ , выполнить следующие действия:

- В среде AWR Visual System Simulator (AWR VSS) разработать расчетную компьютерную модель приемника;

- С помощью VSS-модели определить необходимый бюджет усиления, число каскадов и приемника, полагая, что его чувствительность соответствует требованиям ГОСТ 5651-89, номинальное напряжение на входе детектора равно  $U_d$ , а коэффициент преобразования смесителя равен  $K_{пр}$ ;

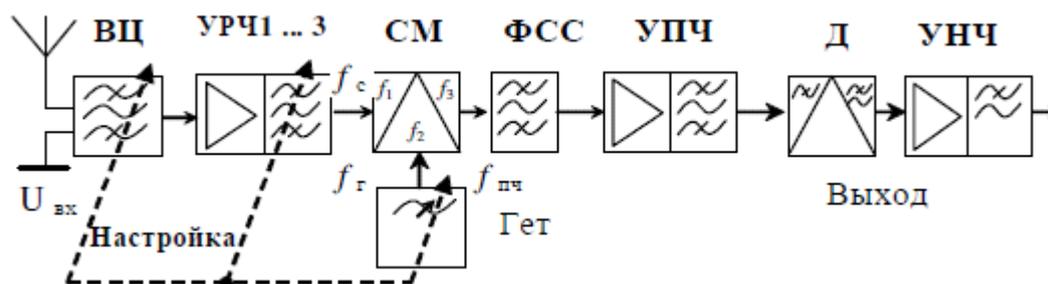


Рис. 1 Структурная схема усилительного тракта РПрУ

- С помощью разработанной VSS-модели определить необходимое число каскадов в трактах УПЧ-1, обеспечивающих требуемую избирательность приемника по соседнему каналу.
- Предложить тип микросхемы ОУ, пригодной для работы в трактах УРЧ и УПЧ-1 на заданной частоте.
- В среде MultiSim разработать расчетную компьютерную модель принципиальной схемы усилительного частотно-избирательного каскада. С помощью данной модели промоделировать необходимую частотную селективность одного каскада трактов УРЧ и УПЧ.

**Таблица 1. Варианты заданий к тестовой работе №2.  
Расчет усилительного тракта РПрУ**

№ п./п	Рабочая частота, МГц	Длина волны	Диапазон	$U_d, В$	$K_{пр}$	Битрейт, Мбит/с.
1.	0,144-0,415	-	ДВ			
2.	0,525-1,602	-	СВ			
3.	3,500 — 3,650	90м	КВ			
4.	3,65-3,800	75м	КВ			
5.	3,900-4,000	65м	КВ			
6.	4,750-5,060	52м	КВ			
7.	5,950-6,200	49 м	КВ			
8.	7,100-7,300	41 м	КВ			
9.	9,500-9,775	31 м	КВ			
10.	11,700-11,975	25 м	КВ			
11.	15,100-15,450	19м	КВ			
12.	17,700-17,900	16 м	КВ			
13.	21,450-21,750	13м	КВ			
14.	25,600-26,100	11 м	КВ			

**Темы практических работ:**

- Структурные схемы радиотракта аналогового приемника
- Преобразователь Хартли, преобразователь Уивера
- Программно определяемая обработка сигнала в тракте РПрУ
- Подавление зеркального канала (ЗК) комплексным цифровым фильтром
- Измерение бюджетов мощностей сигнала и шумов в тракте СГПр
- Подавление зеркального и соседнего каналов в тракте РПрУ методом фильтрации
- Подавления зеркального канала фазокомпенсационным методом.
- Исследование систем ручной и автоматической регулировки усиления радиоприемника.
- Основные параметры аналоговых радиоприемных устройств
- Модель линейного тракта аналогового приемника прямого усиления.
- Бюджет шумовых и передаточных характеристик тракта РПрУ
- Тракт супергетеродинного приемника
- Исследование нелинейности тракта УПО-ДАС
- Точки 1 дБ-компрессии и пересечения  $IP_3$  РПрУ.
- Измерение амплитудной характеристики и точек пересечения  $IP_3$
- Online- корректировка точек пересечения элементов тракта.
- Online- корректировка шум-фактора  $F_{ш}$  элементов тракта
- Расчет активных LC-фильтров тракта РПрУ
- Измерение шум-фактора активных фильтров
- Исследование аналоговых амплитудных линеаризующих детекторов на основе операционных усилителей
- Проектирование фильтров на ПАВ тракта РПрУ
- Расчет топологии ПАВ-фильтра для тракта УПЧ
- Обработка сигналов с цифровой модуляцией в тракте УПО-ДАС
- Амплитудные виды модуляции (OOK, ASK)
- Фазовые виды модуляции (BPSK, QPSK, M-PSK)
- Многопозиционная фазовая модуляция (M-PSK)
- Квадратурная фазовая модуляция (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying)
- Обработка в канале связи комплексной огибающей (baseband) сигнала
- Обработка в канале связи вещественного (passband) сигнала
- Формирование, прием и обработка АМ- сигнала в USRP-2920

**Темы лабораторных работ:**

- Изучение приемной аппаратуры радиорелейной системы связи «МИК-РЛР+»
- Исследование двухлучевой интерференции в канале ЦРРС
- Исследование помехоустойчивости цифровых приемников ЦРРС
- Исследование узлов аналогового радиоприемника с помощью автоматизированной информационно – измерительной системы
- Исследование входных цепей РПрУ
- Исследование преобразователя частоты РПрУ
- Исследование тракта промежуточной частоты РПрУ
- Исследование АЧХ тракта РПрУ с помощью генератора шума
- Исследование избирательности РПрУ по соседнему каналу
- Прототипирование цифровых и аналоговых РПрУ по технологии программно определяемой радиосистемы
- Прототипирование системы передачи аудиосигнала по каналу с АМ модуляцией в УКВ диапазоне

**Темы курсовых работ:**

***Тип 1. Бытовой радиовещательный приемник по ГОСТ5651-89***

1. Исходные данные к проекту:
  - 1.1. Диапазон частот (МГц) -;
  - 1.2. Условия эксплуатации -;
  - 1.3. Группа сложности -;
  - 1.4. Чувствительность, ограниченная шумами,  
при отношении сигнал/шум, дБ., не менее – ;  
по напряжению со входа для внешней антенны,  
мкВ, не хуже - ;
  - 1.5. Односигнальная избирательность по соседнему каналу  
при расстройке  $\pm 9$ кГц, дБ, не менее -;
  - 1.6. Односигнальная избирательность по зеркальному каналу, дБ, не менее: -;
  - 1.7. Глубина ручной регулировки усиления, дБ -.
  - 1.8. Действие ручной автоматической регулировки усиления:  
изменение уровня сигнала на входе, дБ, - ;  
изменение уровня сигнала на выходе, дБ, не более - ;

1.9. Технологическая платформа структурной схемы РПрУ- аналоговый инфрадинный приемник с технологией программно-определяемого радиоприема (Software Defined Radio).

2. Перечень вопросов, подлежащих разработке:

- 2.1. Разработка структурной схемы РПрУ и ее эскизный расчет;
- 2.2. Разработка программной модели РПрУ в среде AWR Visual System Simulator и проверка результатов расчета по п.2.1;
- 2.3. Электрический расчет принципиальной схемы и симуляция работы в среде к.-л. САД-системы следующих блоков приёмника:

Усилитель высокой частоты и преселектор;

Первый преобразователь;

Фильтр усилителя первой промежуточной частоты;

- 2.4. Сравнение расчётных характеристик приёмника с заданными ТЗ.

3. Перечень обязательных чертежей:

- 3.1. Структурная схема приёмника;
- 3.2. Принципиальная и монтажная схемы перечисленных выше каскадов приёмника, выполненные в системе P-Cad.
- 3.3. Перечень элементов.
- 2.5. Топологическая схема и АЧХ ПАВ-фильтра.

4. Перечень обязательных чертежей:

- 3.4. Структурная схема приёмника;
- 3.5. Принципиальная схема преселектора и ПрЧ приёмника,
- 3.6. Перечень элементов.

5. Список литературы:

- 4.1. Н.Н. Фомин, Н.Н. Буга, О.В. Головин и др.; Под ред. Н.Н. Фомина. Радиоприемные устройства: Учебник для ВУЗов /- М.: Горячая линия, 2007. - 520 с.
- 4.2. ГОСТ 5651-89. Аппаратура радиоприемная бытовая. Общие технические условия.
- 4.3. У. Томаси. Электронные системы связи /- М.: Техносфера, 2007. - 1360 с.
- 4.4. Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по курсовому проектированию: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 77 с.

**Тип 2. Приемник цифровой телекоммуникационной системы (ПЦТКС)**

Назначение ЦТКС: многоканальная передача данных по каналу наземной радиосвязи

Исходные данные к проекту:

- 1.1. Тип ЦТКС - ;
- 1.2. Диапазон частот, МГц -;
- 1.3. Мощность передатчика, Вт - ;
- 1.4. Допустимая вероятность битовой ошибки -;
- 1.5. Тип используемой цифровой модуляции - ;
- 1.6. Длина линии связи, км. -;
- 1.7. Тип трассы канала радиосвязи - ;
- 1.8. Точка пересечения ИМИ 3 -го порядка приемника ТКС, дБм. - ;
- 1.9. Уровень системных потерь, дБ -;
- 1.10. Тип используемых антенн -;
- 1.11. Коэффициенты усиления передающей и приемной антенн, дБ -  $A_t = \_$ ,  $A_r = \_$ ;

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

- 2.1. Разработка эскизного проекта ПЦТКС;
- 2.2. Расчет структурной схемы ПЦТКС;
- 2.3. Разработка программной модели ПЦТКС в среде AWR Visual System Simulator и проверка результатов расчета по п.2.1;
- 2.4. Электрический расчет схемы и симуляция работы в среде САД-системы следующих блоков приёмника:

Усилитель радиочастоты ПЦТКС, оценить коэффициент шума системы;

Оценить предельную битовую скорость передачи  $B$  (битрейт) системы;

Определить требования к полосе частот канала связи;

Расчет структурной схемы системы АРУ ПЦТКС;

Сравнение расчётных характеристик приёмника с заданными ТЗ.

1. Перечень обязательных чертежей:
  - 1.1. Функциональная схема ЦТКС;
  - 1.2. Структурная схема приемника ПЦТКС;

Перечень поясняющих рисунков и графиков:

- 1.1. Структура используемого сигнального созвездия;
- 1.2. Глазковая диаграмма на выходе модема;

Список литературы:

- 1.1. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченое и др.; Под ред. В. Н. Гордиенко и В. В. Крухмалева. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов / В. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004.
- 1.2. У. Томаси "Электронные системы связи" - М.: Техносфера, 2007. - 1360 с.
- 1.3. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д. Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 2000.
- 1.4. W. T. Barnett, «Multipath propagation at 4, 6 and 11 GHz,» Bell System Technical Journal, vol. 51, no. 2, pp. 321{361, February 1972.
- 1.5. A. Vigants, «Space diversity engineering,» Bell System Technical Journal, vol. 54, no. 1, pp. 103{142, January 1975.
- 1.6. Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по курсовому проектированию: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 77 с.
- 1.7. Задорин А. С., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов. Методические указания по выполнению практических работ: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 112 с.
- 1.8. Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по выполнению лабораторных работ: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 77 с.

**Тип 3. Прототипирование SDR-приемника FM-сигнала на базе NI USRP-2920**

Тип 3. Прототипирование SDR- трансивера на платформе NI USRP-2920

Назначение: бытовой трансивер предназначен для приема и передачи данных.

1. Исходные данные к проекту:
  - 1.1. Тип цифровой модуляции - \_\_\_\_\_;
  - 1.2. Скорость передачи цифровых данных - \_\_\_\_\_;
  - 1.3. Коэффициент ошибок по битам (BER) - \_\_\_\_\_;
  - 1.4. Чувствительность, ограниченная шумами,  
при отношении сигнал/шум не менее 20 дБ  
по напряжению со входа для внешней антенны,  
мкВ, не хуже - \_\_\_\_\_;
  - 1.5. Глубина автоматической регулировки усиления, дБ - \_\_\_\_\_;

- 1.6. Технологическая платформа - приемник с цифровой обработкой данных -SDR (Software Defined Radio) на платформе NI USRP-2920.
2. Перечень вопросов, подлежащих разработке:
  - 2.1. Разработку структурной схемы радиоприемника и ее эскизный расчет в среде AWR Visual System Simulator;
  - 2.2. Разработка программной модели ПЦТКС и проверка результатов расчета по п.2.1;
  - 2.3. Разработка структурной схемы и симуляция работы в среде LabView следующих блоков приёмника:
    - последовательно-параллельный конверторы, для формирования I и Q составляющих из входного битового потока;
    - блоков байтовой синхронизации;
    - блоков битовой синхронизации;
    - параллельно – последовательный конверторы, для формирования битового потока из I и Q составляющих.
- 2.1. Сравнение полученных характеристик трансивера с заданием.
1. Перечень обязательных чертежей и рисунков:
  - 3.1. Структурная схема приёмника;
  - 3.2. График зависимости BER от мощности передатчика.
  - 3.3. Сигналы на входе и выходе следующих блоков:
    - последовательно-параллельный преобразователь;
    - блок байтовой синхронизации;
    - блоков битовой синхронизации;
    - параллельно – последовательный конвертор.
2. Список литературы:
  - 4.1 Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В. И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. –520 с.: ил.
  - 4.2 Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с. : ил. – Парал. тит. Англ.
  - 4.3 Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по курсовому проектированию: учебное пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 77 с.
  - 4.4 Задорин А. С., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов. Методические указания по выполнению практических

работ: учебное пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 112 с.

- 4.5 Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по выполнению лабораторных работ: учебное пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 77 с.

### **3. Рейтинговая система оценки успеваемости студентов**

#### **3.1. Методика текущего контроля освоения дисциплины**

Оценка успеваемости студентов осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно- рейтинговой системе оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает текущий контроль выполнения элементов объема дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга и итоговый контроль.

Правила формирования пятибалльных оценок за каждую контрольную точку (КТ1, КТ2) осуществляется путем округления величины, рассчитанной по формуле:

$$КТx|_{x=1,2} = \frac{(Сумма \_ баллов, \_ набранная \_ к \_ КТx) * 5}{Требуемая \_ сумма \_ баллов \_ по \_ балльной \_ раскладке} .$$

Итоговый контроль изучения дисциплины осуществляется на экзамене, в соответствии с учебным планом и проводится по традиционной пятибалльной шкале.

Обязательным условием перед сдачей экзамена является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, сдача контрольных работ и курсового проекта.

Экзаменационный билет содержит три вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 10 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов. Экзаменационная составляющая менее 10 баллов – несдача экзамена, требует повторной передачи в установленном порядке.

Формирование итоговой суммы баллов осуществляется путем суммирования семестровой (до 70 баллов) и экзаменационной составляющих (до 30 баллов).

Студенту, имеющему текущий рейтинг менее 60 баллов, может быть выдано одно или несколько дополнительных заданий.

Оценка дифференцированного зачета выставляется студенту, набравшему не менее 60 рейтинговых баллов во втором семестре, после защиты курсовой работы.

**3.2. Балльные оценки для элементов контроля**

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	4	3	3	<b>10</b>
Выполнение тестовых работ	6	8	6	<b>20</b>
Индивидуальные расчетные задания	5	5	4	<b>14</b>
Выполнение и защита лабораторных работ	0	10	10	<b>20</b>
Компонент своевременности	2	2	2	<b>6</b>
Сдача экзамена (максимум)				<b>30</b>
<b>Итого максимум за период:</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>100</b>
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>17</b>	<b>45</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

**3.3. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки**

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

**3.4. Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную международную оценку**

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов (учитывает успешно сданный экзамен)	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	<b>90-100</b>	A (отлично)
4 (хорошо)	<b>85-89</b>	B (очень хорошо)
	<b>75-84</b>	C (хорошо)
	<b>70-74</b>	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	<b>65-69</b>	E(посредственно)
	<b>60-64</b>	
2(неудовлетворительно)	<b>Ниже 60 баллов</b>	F (неудовлетворительно)

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку происходит один раз в конце семестра после подведения итогов изучения дисциплины.

#### 4. Список рекомендуемой литературы

##### 4.1. Основная литература

1. ГОСТ 2.119-73 ЕСКД. Эскизный проект.
2. ОС ТУСУР 01-2013 «Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля». Томск, 2013.
3. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
4. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
5. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
6. ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения.
7. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ : учебное пособие / - М. : КНОРУС, 2010. 224 с.
8. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ-устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 496 с.
9. Задорин А. С., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов. Методические указания по выполнению практических работ: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 112 с.
10. Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по выполнению лабораторных работ: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 77 с.
11. Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по выполнению курсового проекта: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 61 с.
12. Задорин А. С. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов. Методические указания по самостоятельной работе: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 24 с.
- 13.

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

1. ГОСТ 2.119-73 ЕСКД. Эскизный проект.
2. ОС ТУСУР 01-2013 «Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля». Томск, 2013.
3. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
4. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
5. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
6. ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения
7. А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин. Радиоприемные устройства : Учебное пособие для вузов /Минск : Новое знание, 2006. - 240 с.

#### **4.3. Литература для практических занятий**

1. ОС ТУСУР 01-2013 «Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля». Томск, 2013.
2. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
3. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
4. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
5. ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения
6. А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин. Радиоприемные устройства : Учебное пособие для вузов /Минск : Новое знание, 2006. - 240 с.
7. Задорин А. С., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов. Методические указания по выполнению практических работ: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 144 с.

#### **4.4. Методические указания для лабораторных работ**

1. ОС ТУСУР 01-2013 «Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля». Томск, 2013.
2. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
3. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
4. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
5. ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения
6. Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по выполнению

лабораторных работ: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. – 74 с.

#### **4.5. Методические указания для курсового проектирования**

1. ОС ТУСУР 01-2013 «Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля». Томск, 2013.
2. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
3. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
4. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
5. ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения.
6. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ : учебное пособие / - М. : КНОРУС, 2010. 224 с.
7. Задорин А. С., Максимов А.В., Кузьменко И.Ю. Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов (УПО-ДАС). Методические указания по выполнению курсового проекта: учебно-методическое пособие – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2019. –58 с.

#### **4.6. Программное обеспечение**

1. Руководство по Visual System Simulator NI AWR Design Environment v14 Edition ([https://awrcorp.com/download/kb.aspx?file=docs/VSS\\_Getting\\_Started\\_ru.pdf](https://awrcorp.com/download/kb.aspx?file=docs/VSS_Getting_Started_ru.pdf)).
2. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ-устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 496 с.
3. Выбор оптимального метода модуляции сигнала в современных цифровых системах радиосвязи. Моделирование в среде AWR Design Environment. Московский государственный университет. М. 2008.
4. Шестеркин, А.Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 [Электронный ресурс] /– М.: ДМК Пресс, 2012. - 360 с.
- 5.

#### **4.7. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Сайт кафедры РЗИ на образовательном портале ТУСУРа.
2. Локальная сеть кафедры РЗИ: Students\Фамилия преподавателя\ Название файла