МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УСТРОЙСТВА ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	92	92	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 60320

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины является изучение вопросов теории и техники устройств генерирования и формирования цифровых сигналов, рассмотрение общих принципов их построения.

1.2. Задачи дисциплины

1. Задачами дисциплины являются изучение: стандартов цифрового телевизионного вещания DVB, режимов работы DVB передатчиков, методов их расчетов, повышения эффективности и надежности их работы; изучение особенностей генерирования и формирования сигналов для цифрового телевидения, принципов многочастотной модуляции.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-4. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПКР-4.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований.	Знает как организовать и провести эксперимент по оценке помехоустойчивости сигналов стандартов DVB-T/T2
	ПКР-4.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования.	Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования параметров сигналов стандартов DVB-T/T2 с использованием соответствующего передающего и измерительного оборудования
	ПКР-4.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.	Владеет навыками проведения исследования параметров цифровых сигналов с применением современного измерительного оборудования

Согласована на портале № 60320

ПКР-5. Способен к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов	ПКР-5.1. Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований.	Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований в области систем эфирного цифрового телевизионного вещания
	ПКР-5.2. Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований.	Умеет подготавливать научные публикации на основе проведенных исследований устройств генерирования и формирования цифровых сигналов
	ПКР-5.3. Владеет навыками подготовки заявок на изобретения.	Владеет навыками подготовки заявок на изобретения в области устройств генерирования и формирования цифровых сигналов
ПКС-1. Способен разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании радиоэлектронной аппаратуры	ПКС-1.1. Знает перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании микроволновой радиоэлектронной аппаратуры	Знает перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании устройств генерирования и формирования цифровых сигналов
	ПКС-1.2. Умеет разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании микроволновой радиоэлектронной аппаратуры	Умеет разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании устройств генерирования и формирования цифровых сигналов
	ПКС-1.3. Владеет перспективными методами приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающими рост технических характеристик при проектировании микроволновой радиоэлектронной аппаратуры	Владеет перспективными методами приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающими рост технических характеристик при проектировании устройств генерирования и формирования цифровых сигналов

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Согласована на портале № 60320

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	92
Подготовка к тестированию	36	36
Выполнение практического задания	30	30
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Подготовка к контрольной работе	10	10
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Форматирование и передача низкочастотных сигналов	2	4	-	12	18	ПКР-4, ПКР-5
2 Полосовая модуляция и OFDM	4	2	-	12	18	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
3 Стандарт DVB-T	2	2	12	22	38	ПКР-4, ПКР-5
4 Сверточные коды	2	2	-	12	16	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
5 Код Рида-Соломона	4	6	-	18	28	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
6 Стандарт DVB-T2	4	2	4	16	26	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
Итого за семестр	18	18	16	92	144	
Итого	18	18	16	92	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Форматирование и передача низкочастотных сигналов	Дискретизация, квантование, кодирование аналогового сигнала. Импульсная модуляция сигнала.	2	ПКР-4, ПКР-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 60320

2 Полосовая модуляция и OFDM	Отношение сигнал/шум для цифровых систем связи. Вероятность появления ошибочного бита. Векторное представление синусоиды. Модуляция: BPSK, QPSK, FSK, ASK, APK, 8-APSK, 16-QAM, 64-QAM.	4	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
	Итого	4	
3 Стандарт DVB-T	Стандарт DVB-T, COFDM, защитный интервал, канальное кодирование, пилот-сигналы и сообщения о параметрах передачи (TPS), расчет скорости передачи данных, оценка качества связи (MER, BER), иерархическая модуляция.	2	ПКР-4, ПКР-5
	Итого	2	
4 Сверточные коды	Несистематический сверточный кодер, диаграмма состояний кодера, древовидное представление кодера, решетчатая диаграмма декодера, перфорированный сверточный код, систематический сверточный кодер, катастрофический сверточный кодер.	2	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
5 Код Рида-Соломона	История кода Рида-Соломона, арифметика полей Галуа, полиномиальный генератор, кодирование в систематической форме, деление полиномов. Декодирования кода Рида-Соломона, вычисление синдрома, локализация ошибок, определение значения ошибок.	4	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
	Итого	4	
6 Стандарт DVB-T2	Стандарт DVB-T2, PLP, отличия от стандарта DVB-T, канальное кодирование, кадровая структура сигнала DVB-T2, интерфейс модулятора T2-MI	4	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 60320

1 Форматирование и передача низкочастотных сигналов	Кодирование в ASCII, составление осциллограмм сигналов с использованием импульсно-кодовой модуляции для указанных кодировок, декодирование зашифрованного в осциллограмме сообщения.	2	ПКР-4, ПКР-5
	Расчет битовой и символьной скорости для модуляции PAM. Расчет числа уровней квантования и битовой скорости для сигнала при заданном шуме квантования и частоты дискретизации.	2	ПКР-4, ПКР-5
	Итого	4	
2 Полосовая модуляция и OFDM	Расчет вероятности битовой ошибки для BPSK и FSK модуляций	2	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
3 Стандарт DVB-T	Расчет битовой скорости передачи данных в стандарте DVB-T при заданных параметрах формирователя.	2	ПКР-4, ПКР-5
	Итого	2	
4 Сверточные коды	Кодирование входной последовательности сверточным кодом, внесение ошибки, декодирование сообщения декодером Витерби.	2	ПКР-4, ПКР-5
	Итого	2	
5 Код Рида-Соломона	Кодирование входных символов кодом Рида-Соломона. Проверка правильности кодирования.	2	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
	Кодирование входной последовательности символов кодом Рида-Соломона, внесение ошибки в закодированную последовательность, декодирование закодированной последовательности, локализация и исправление ошибок.	4	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
	Итого	6	
6 Стандарт DVB-T2	Измерение DVB-T2 сигнала в полевых условиях	2	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			

Согласована на портале № 60320

3 Стандарт DVB-T	Лабораторная работа № 1 Изучение лабораторного макета, измерение параметров сигнала стандарта DVB-T	4	ПКР-4, ПКР-5
	Лабораторная работа № 3 Расчет зоны покрытия в зависимости от требуемой пропускной способности канала передачи	4	ПКР-4, ПКР-5
	Лабораторная работа № 4 Расчет зоны покрытия цифрового передатчика стандарта DVB-T в программе radio mobile	4	ПКР-4, ПКР-5
	Итого	12	
6 Стандарт DVB-T2	Лабораторная работа № 2 Исследование помехоустойчивости сигналов стандарта DVB-T/T2	4	ПКР-4, ПКР-5
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Форматирование и передача низкочастотных сигналов	Подготовка к тестированию	6	ПКР-4, ПКР-5	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ПКР-4, ПКР-5	Практическое задание
	Итого	12		
2 Полосовая модуляция и OFDM	Подготовка к тестированию	6	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Практическое задание
	Итого	12		
3 Стандарт DVB-T	Подготовка к тестированию	6	ПКР-4, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПКР-4, ПКР-5	Лабораторная работа
	Подготовка к контрольной работе	4	ПКР-4, ПКР-5	Контрольная работа
	Итого	22		

Согласована на портале № 60320

4 Сверточные коды	Подготовка к тестированию	6	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ПКР-4, ПКР-5	Практическое задание
	Итого	12		
5 Код Рида-Соломона	Подготовка к тестированию	6	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Практическое задание
	Подготовка к контрольной работе	6	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Контрольная работа
	Итого	18		
6 Стандарт DVB-T2	Подготовка к тестированию	6	ПКР-4, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-4, ПКР-5	Лабораторная работа
	Выполнение практического задания	6	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Практическое задание
	Итого	16		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		128		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-4	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен
ПКР-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен
ПКС-1	+	+		+	Контрольная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Согласована на портале № 60320

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Контрольная работа	5	0	0	5
Лабораторная работа	0	20	20	40
Практическое задание	5	10	5	20
Тестирование	0	5	0	5
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	35	25	100
Нарастающим итогом	10	45	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Ильин, А. Г. Технологии цифрового телевизионного вещания в стандартах DVB: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Ильин А. Г. — Томск: ТУСУР, 2018. — 113 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7180. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7180.

2. Скляр, Бернард. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение : Пер. с англ. / Б. Скляр ; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. - М. : Вильямс, 2004. - 1099[5] с. : ил, табл. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 1093-1099. - ISBN 5-8459-0497-8 (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.).

Согласована на портале № 60320

3. Мамчев, Г. В. Цифровое телевидение. Теоретические основы и практическое применение : учебник / Г. В. Мамчев, С. В. Тырыкин. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 564 с. — ISBN 978-5-7782-3825-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152234 Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/152234.

7.2. Дополнительная литература

1. Цифровое телевидение в видеоинформационных системах: монография / А.Г. Ильин, Г.Д. Казанцев, А.Г. Костевич, М.И. Курячий, И.Н. Пустынский, В.А.Шалимов. – Томск: ТУСУР, 2010. – 465 с. – ISBN 978-5-86889-540-1 (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Основы частотного планирования сетей телевизионного вещания : учебное пособие / М. А. Быховский, В. Г. Дотолев, А. В. Лашкевич [и др.] ; под редакцией М. А. Быховского. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 308 с. — ISBN 978-5-9912-0441-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/111031 Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111031.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Кодирование в радиоэлектронных системах передачи информации: Сборник компьютерных лабораторных работ, практических занятий и заданий на самостоятельную работу / А. М. Голиков - 2018. 332 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8766.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория видеоинформационных технологий и цифрового телевидения: учебная

Согласована на портале № 60320

аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 217 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Телевизор Samsung LTD 19 - 8 шт.;
- Осциллограф GOS-620 - 8 шт.;
- Телевизор настенный Samsung LED 55 - 8 шт.;
- ТВ камера ACV-9002SCH Color - 8 шт.;
- Макет - 5 шт.;
- Принтер EPSON;
- Магнитно-маркерная (переносная);
- Магнитно-маркерная (напольная);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- DekTecStreamXpert;
- DekTecStreamXpress;
- Google Chrome;
- ItToolsT2;
- Microsoft Visio 2013;
- Microsoft Windows 7 Pro;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория цифрового телерадиовещания: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;
- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;
- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- ItToolsT2;

Согласована на портале № 60320

- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- RadioMobile11.6.5;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)

Согласована на портале № 60320

1 Форматирование и передача низкочастотных сигналов	ПКР-4, ПКР-5	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Полосовая модуляция и OFDM	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Стандарт DVB-T	ПКР-4, ПКР-5	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Сверточные коды	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Код Рида-Соломона	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Стандарт DVB-T2	ПКР-4, ПКР-5, ПКС-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 60320

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 60320

1. Какое количество бит за 1 символ передается в модуляции 64-QAM?
   А. 4 бита
   Б. 8 бит
   В. 6 бит
   Г. 5 бит
2. Назначение защитного интервала в OFDM системах модуляции?
   А. Повышение спектральной эффективности сигнала
   Б. Повышение устойчивости сигнала к помехам многолучевого распространения
   В. Исправление битовых ошибок
   Г. Повышение пропускной способности канала передачи
3. Назначение помехоустойчивого кодирования в цифровых системах связи?
   А. Повышение пропускной способности канала передачи
   Б. Повышение спектральной эффективности сигнала
   В. Обнаружение и исправление ошибок данных
   Г. Защиты данных от несанкционированного доступа
4. Какое внутренние помехоустойчивое кодирование применяется в стандарте DVB-T?
   А. БЧХ код
   Б. Код Рида-Соломона
   В. Сверточный код
   Г. Турбо код
5. Какое внешнее помехоустойчивое кодирование применяется в стандарте DVB-T2?
   А. Код Рида-Соломона
   Б. БЧХ код
   В. LDPC код
   Г. Внешнее помехоустойчивое кодирование не применяется
6. Чему равна кодовая скорость кода Рида-Соломона в стандарте DVB-T?
   А. 44/63
   Б. 188/204
   В. 7/8
   Г. 1/2
7. Для чего применяется иерархические режимы модуляции в стандарте DVB-T?
   А. Для физического разделения канала
   Б. Для виртуального разделения канала
   В. Для шифрования канала
   Г. Иерархические режимы модуляции в стандарте DVB-T не предусмотрены
8. Какое количество бит за 1 символ передается в модуляции 16-QAM?
   А. 2 бита
   Б. 4 бит
   В. 6 бит
   Г. 16 бит
9. Что определяет значение BER в стандартах DVB?
   А. Коэффициент ошибок модуляции
   Б. Отношение сигнал/шум
   В. Коэффициент битовой ошибки
   Г. Режим модуляции
10. При какой кодовой скорости сверточного кода будет обеспечена максимальная устойчивость сигнала к воздействию помех?
    А. 7/8
    Б. 1/2
    В. 2/3
    Г. 5/6

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Форматирование (дискретизация, квантование, импульсно-кодовая модуляция).
2. Отношение сигнал/шум для аналоговых и цифровых систем.
3. Основные типы полосовой цифровой модуляции.
4. Основные отличия стандарта DVB-T2 от стандарта DVB-T.

Согласована на портале № 60320

5. Векторное представление синусоиды.
6. QPSK модулятор (структурная схема, принцип работы).
7. OFDM – модуляция (принцип работы, преимущества).
8. Защитный интервал в DVB-T, DVB-T2.
9. Модуляция несущих в DVB-T, DVB-T2.
10. Иерархическая модуляция (назначение, принцип работы) .
11. Канальное кодирование в DVB-T.
12. Канальное кодирование в DVB-T2.
13. Принцип работы сверточного кодера.
14. Принцип работы декодера Витерби.
15. Код Рида-Соломона (систематическое кодирование корректирующая способность).
16. Декодирование кода Рида-Соломона.
17. Расчет пропускной способности полезной информации в канале передачи для стандарта DVB-T.
18. Преимущества цифрового эфирного телевидения относительно аналогового.
19. Влияние скорости сверточного кода на помехоустойчивость сигнала в DVB-T.
20. Защитный интервал (назначение, принцип работы).
21. Длительность символов модуляции в DVB-T и DVB-T2.
22. Пилот-сигналы в DVB-T, DVB-T2.
23. PLP в DVB-T2.
24. MER (назначение, расчет).
25. BER (назначение, расчет).

9.1.3. Темы практических заданий

1. Кодирование входной последовательности сверточным кодом, внесение ошибки, декодирование сообщения декодером Витерби.
2. Расчет вероятности битовой ошибки для BPSK и FSK модуляций
3. Кодирование входных символов кодом Рида-Соломона. Проверка правильности кодирования.
4. Кодирование в ASCII, составление осциллограмм сигналов с использованием импульсно-кодовой модуляции для указанных кодировок, декодирование зашифрованного в осциллограмме сообщения.
5. Расчет битовой и символьной скорости для модуляции PAM. Расчет числа уровней квантования и битовой скорости для сигнала при заданном шуме квантования и частоты дискретизации.

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

Расчет битовой скорости передачи данных в стандарте DVB-T при заданных параметрах формирователя:

1. QPSK, FEC=2/3, FFTsize=2к, ЗИ=1/4
2. QAM64, FEC=2/3, FFTsize=8к, ЗИ=1/8
3. QAM16, FEC=3/4, FFTsize=2к, ЗИ=1/16
4. QAM16, FEC=5/6, FFTsize=8к, ЗИ=1/4
5. QPSK, FEC=7/8, FFTsize=8к, ЗИ=1/32

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1 Изучение лабораторного макета, измерение параметров сигнала стандарта DVB-T
2. Лабораторная работа № 3 Расчет зоны покрытия в зависимости от требуемой пропускной способности канала передачи
3. Лабораторная работа № 4 Расчет зоны покрытия цифрового передатчика стандарта DVB-T в программе radio mobile
4. Лабораторная работа № 2 Исследование помехоустойчивости сигналов стандарта DVB-T/T2

9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 60320

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

Согласована на портале № 60320

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 60320

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 9 от «10» 12 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТУ	В.В. Капустин	Разработано, 6f08b17a-26ee-4d1d-bdc4-4d6ed442c3e5

Согласована на портале № 60320