МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РЕТРАНСЛЯТОРЫ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы связи нового поколения**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	108	108	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84163

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Сформировать у студентов готовность к участию в модернизации бортового и наземного радиоэлектронного оборудования передачи данных; сформировать у студентов готовность к проектированию и разработке сервисного, вспомогательного оборудования, системных решений и средств автоматизации процессов эксплуатации.

1.2. Задачи дисциплины

1. Сформировать у студентов способность выявлять технические проблемы в своей профессиональной области; сформировать у студентов способность разрабатывать требования к объекту проектирования; сформировать у студентов способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования систем электронных средств различного назначения; сформировать у студентов способность к самоорганизации и самообразованию в области системотехники электронных средств.
2. Сформировать у студентов способность выполнять анализ и синтез систем электронных и радиоэлектронных средств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, учитывая современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.04.08.

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		

Согласована на портале № 84163

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры	Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата
	ПК-2.2. Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования	Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соответствии с заданным техническим заданием с применением средств автоматизированного проектирования космических аппаратов
	ПК-2.3. Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем космических аппаратов

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 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	108	108
Подготовка к зачету	40	40
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	16	16
Подготовка к тестированию	16	16
Подготовка к защите отчета по практическому занятию	20	20
Выполнение практического задания	16	16
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					

Согласована на портале № 84163

1 Обработка сигналов в ретрансляторах спупниковых систем связи	4	6	30	40	ПК-2
2 Бортовые ретрансляторы космических аппаратов. «Прозрачные» (нерегенеративные) ретрансляторы.	4	4	26	34	ПК-2
3 Регенеративные ретрансляторы (с демодуляцией и модуляцией)	6	4	26	36	ПК-2
4 Системные требования к ретрансляторам, формирование зон обслуживания, коммутация и маршрутизация на борту, энергетический бюджет радиолинии	4	4	26	34	ПК-2
Итого за семестр	18	18	108	144	
Итого	18	18	108	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
7 семестр			
1 Обработка сигналов в ретрансляторах спупниковых систем связи	Анализ цифровых методов модуляции. Модемы связи FSK, MSK, GMSK и численный анализ вероятности символьной ошибки. Модемы космических систем связи M-QAM, M- PSK, 16-APSK, 32-APSK, и численный анализ вероятности символьной ошибки. Энергетическая и спектральная эффективность сигнально-кодовых конструкций систем космической связи. Ключевые аспекты измерения EVM (Error Vector Magnitude) - модуля вектора ошибки в космической связи. Влияние на EVM фазового шума, нелинейности бортовых усилителей мощности (HPA/SSPA) и доплеровских сдвигов.	4	ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 84163

2 Бортовые ретрансляторы космических аппаратов. «Прозрачные» (нерегенеративные) ретрансляторы.	Бортовые ретрансляторы космических аппаратов (КА). Приёмо-передающие комплексы, принимающие сигнал от наземных станций или других спутников, усиливающие его, меняющие его частоту и передающие дальше. Главные узлы связи на орбите - два основных типа: «прозрачные» (нерегенеративные) и регенеративные. «Прозрачные» (нерегенеративные) ретрансляторы. Фильтрация, многократно усиливают его мощность и перенос на новую частоту для передачи. Они «не знают», какая именно информация закодирована в сигнале, из-за чего модуляция остается неизменной от входа до выхода. Достоинства - не зависят от формата передаваемых данных или скорости потока. Наземная инфраструктура может использовать любые виды модуляции без изменения бортового оборудования. Недостатки - все шумы и искажения, добавленные на линии «Земля-космос», усиливаются и ретранслируются дальше. Кроме того, их нельзя перепрограммировать для изменения схемы маршрутизации в космосе.	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Регенеративные ретрансляторы (с демодуляцией и модуляцией)	Регенеративные ретрансляторы (с демодуляцией и модуляцией) спутниковых систем связи. Как работают - полностью обрабатывают сигнал на борту: демодулируют (извлекают из него цифровые данные), декодируют и исправляют ошибки, затем заново модулируют несущую и отправляют информацию. Достоинства - исключают накопление шумов. Сигнал передается с идеальным качеством, обеспечивая высокую надежность связи. Позволяют реализовать «пакетную» маршрутизацию, когда спутник перенаправляет цифровые данные на разные лучи антенны независимо от источника. Недостатки - сложная конструкция с высоким энергопотреблением, большой массой и строгой привязкой к конкретным стандартам связи.	6	ПК-2
	Итого	6	

Согласована на портале № 84163

4 Системные требования к ретрансляторам, формирование зон обслуживания, коммутация и маршрутизация на борту, энергетический бюджет радиолинии	Системные требования к ретрансляторам, формирование зон обслуживания, коммутация и маршрутизация на борту, энергетический бюджет радиолинии. Системный подход при проектировании ретрансляторов спутниковых систем связи. Описание ретрансляторов спутниковых систем связи. Название, цель и назначение, признаки и функции системы, показатели назначения, критерии эффективности. Внешнее проектирование ретрансляторов спутниковых систем связи. Внутреннее проектирование ретрансляторов спутниковых систем связи.	4	ПК-2
	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
7 семестр			
1 Обработка сигналов в ретрансляторах спупниковых систем связи	Анализ цифровых методов модуляции. Модемы связи FSK, MSK, GMSK и численный анализ вероятности символьной ошибки. Модемы космических систем связи M-QAM, M- PSK, 16-APSK, 32-APSK, и численный анализ вероятности символьной ошибки. Энергетическая и спектральная эффективность сигнально-кодовых конструкций систем космической связи. Ключевые аспекты измерения EVM (Error Vector Magnitude) - модуля вектора ошибки в космической связи. Влияние на EVM фазового шума, нелинейности бортовых усилителей мощности (HPA/SSPA) и доплеровских сдвигов.	6	ПК-2
	Итого	6	

Согласована на портале № 84163

2 Бортовые ретрансляторы космических аппаратов. «Прозрачные» (нерегенеративные) ретрансляторы.	Бортовые ретрансляторы космических аппаратов (КА). Приёмо-передающие комплексы, принимающие сигнал от наземных станций или других спутников, усиливающие его, меняющие его частоту и передающие дальше. Главные узлы связи на орбите - два основных типа: «прозрачные» (нерегенеративные) и регенеративные. «Прозрачные» (нерегенеративные) ретрансляторы. Фильтрация, многократно усиливают его мощность и перенос на новую частоту для передачи. Они «не знают», какая именно информация закодирована в сигнале, из-за чего модуляция остается неизменной от входа до выхода. Достоинства - не зависят от формата передаваемых данных или скорости потока. Наземная инфраструктура может использовать любые виды модуляции без изменения бортового оборудования. Недостатки - все шумы и искажения, добавленные на линии «Земля-космос», усиливаются и ретранслируются дальше. Кроме того, их нельзя перепрограммировать для изменения схемы маршрутизации в космосе.	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Регенеративные ретрансляторы (с демодуляцией и модуляцией)	Регенеративные ретрансляторы (с демодуляцией и модуляцией) спутниковых систем связи. Как работают - полностью обрабатывают сигнал на борту: демодулируют (извлекают из него цифровые данные), декодируют и исправляют ошибки, затем заново модулируют несущую и отправляют информацию. Достоинства - исключают накопление шумов. Сигнал передается с идеальным качеством, обеспечивая высокую надежность связи. Позволяют реализовать «пакетную» маршрутизацию, когда спутник перенаправляет цифровые данные на разные лучи антенны независимо от источника. Недостатки - сложная конструкция с высоким энергопотреблением, большой массой и строгой привязкой к конкретным стандартам связи.	4	ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 84163

4 Системные требования к ретрансляторам, формирование зон обслуживания, коммутация и маршрутизация на борту, энергетический бюджет радиолинии	Системные требования к ретрансляторам, формирование зон обслуживания, коммутация и маршрутизация на борту, энергетический бюджет радиолинии. Системный подход при проектировании ретрансляторов спутниковых систем связи. Описание ретрансляторов спутниковых систем связи. Название, цель и назначение, признаки и функции системы, показатели назначения, критерии эффективности. Внешнее проектирование ретрансляторов спутниковых систем связи. Внутреннее проектирование ретрансляторов спутниковых систем связи.	4	ПК-2
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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
7 семестр				
1 Обработка сигналов в ретрансляторах спупниковых систем связи	Подготовка к зачету	10	ПК-2	Зачёт
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-2	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	8	ПК-2	Защита отчета по практическому занятию
	Выполнение практического задания	4	ПК-2	Практическое задание
	Итого	30		

Согласована на портале № 84163

2 Бортовые ретрансляторы космических аппаратов. «Прозрачные» (нерегенеративные) ретрансляторы.	Подготовка к зачету	10	ПК-2	Зачёт
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-2	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-2	Защита отчета по практическому занятию
	Выполнение практического задания	4	ПК-2	Практическое задание
	Итого	26		
3 Регенеративные ретрансляторы (с демодуляцией и модуляцией)	Подготовка к зачету	10	ПК-2	Зачёт
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-2	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-2	Защита отчета по практическому занятию
	Выполнение практического задания	4	ПК-2	Практическое задание
	Итого	26		
4 Системные требования к ретрансляторам, формирование зон обслуживания, коммутация и маршрутизация на борту, энергетический бюджет радиолинии	Подготовка к зачету	10	ПК-2	Зачёт
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	4	ПК-2	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	4	ПК-2	Защита отчета по практическому занятию
	Выполнение практического задания	4	ПК-2	Практическое задание
	Итого	26		
Итого за семестр		108		
Итого		108		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,

Согласована на портале № 84163

и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по практическому занятию, Отчет по практическому занятию (семинару), Практическое задание, Тестирование

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

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
7 семестр				
Зачёт	10	10	10	30
Защита отчета по практическому занятию	4	4	4	12
Практическое задание	8	8	8	24
Тестирование	2	4	4	10
Отчет по практическому занятию (семинару)	8	8	8	24
Итого максимум за период	32	34	34	100
Нарастающим итогом	32	66	100	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)

Согласована на портале № 84163

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. Голиков, А. М. Бортовые радиоэлектронные системы связи космических аппаратов: Учебное пособие для студентов инженерно-технических специальностей. Курс лекций, компьютерные лабораторные, практические занятия и задания на самостоятельную работу / А. М. Голиков. — Томск: ТУСУР, 2024. — 111 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10874 .

7.2. Дополнительная литература

1. Голиков, А. М. Системы радиосвязи: учебное пособие для студентов инженерно-технических специальностей. Курс лекций, компьютерные лабораторные и практические занятия / А. М. Голиков. — Томск: ТУСУР, 2023. — 421 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10557 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вершинин, А. С. Космические и наземные системы радиосвязи и телевещания: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работе / А. С. Вершинин, Д. А. Долгих. — Томск: ТУСУР, 2012. — 35 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1698.

2. Мелихов, С. В. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов. — Томск: ТУСУР, 2018. — 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627.

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

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.

Согласована на портале № 84163

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 радиоэлектронных систем передачи информации: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 401 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер (8 шт.);
- Монитор (19” SAMSUNG 1730S) (8 шт.);
- Клавиатура (8 шт.);
- Мышь (оптическая) (8 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Far Manager;
- Free Pascal;
- Free Pascal Lazarus (версия 1.6);
- GIMP;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows XP;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Opera;
- Opera Developer;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

8.3. 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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.

Согласована на портале № 84163

8.4. 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)
1 Обработка сигналов в ретрансляторах спутниковых систем связи	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 84163

2 Бортовые ретрансляторы космических аппаратов. «Прозрачные» (нерегенеративные) ретрансляторы.	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
3 Регенеративные ретрансляторы (с демодуляцией и модуляцией)	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Системные требования к ретрансляторам, формирование зон обслуживания, коммутация и маршрутизация на борту, энергетический бюджет радиолинии	ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

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

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 84163

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

1. Какой из фазовых видов модуляции обеспечивает наибольшую помехоустойчивость: 1) BPSK; 2) QPSK; 3) 8-PSK; 4) 16-QAM.
2. Какой из видов частотной модуляции имеет минимальную ширину спектра: 1) FSK; 2)

Согласована на портале № 84163

MSK; 3) GMSK; 4) M-FSK.

3. Какой из методов кодирования источника производит кодирование с потерями: 1) Коды Шеннона-Фано; 2) Алгоритм Лемпеля – Зива; 3) Вейвлет преобразование; 4) Коды Хаффмана.
4. Какой код является блоковым: -1) Код Хемминга; 2) БЧХ (Боуза-Чоудхури-Хоквенгема); 3) Рида- Соломона; 4) Файра.
5. Какие из кодов и сигнально-кодовых конструкций наиболее приближены к верхней границе Шеннона: 1) АФМ-16-СК; 2) БЧХ; 3) ФМ-2; 4) АМ-2.
6. Какова длина ключа шифра DES: 1) 48; 2) 56; 3) 128; 4) 256.
7. Какова длина ключа шифра AES: 1) 128, 192, 256; 2) 32, 48, 56; 3) 48, 56, 128; 4) 56, 128, 256.
8. Отечественный стандарт блочного шифрования ГОСТ может работать в следующих режимах. Какой из них работает как синхронный поточный шифр: 1) Режим простой замены; 2) Режим гаммирования; 3) Режим гаммирования с обратной связью; 4) Режим выработки имитовставки.
9. Чему равна величиной предельной энергетической эффективности (предел Шеннона): 1) 1,59 Дб; 2) 1,69 Дб; 3) 2,56 Дб; 4) 3,22 Дб.
10. Системы мобильной связи стандарта IEEE 802.15.1(Bluetooth). Какой метод расширения спектра используется в стандарте IEEE 802.11 (WIFI): 1) CDMA: 2) DSSS; 3) FHSS; 4) Коды Баркера.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Поясните термин «Свёрточный код». Важнейшие отличия сверточных кодов от блоковых? Что представляет собой свёрточный кодер?
2. Дайте определения (приведите формулы) показателей информационной, энергетической и частотной эффективности ТКС
3. Средства обеспечения безопасности GSM сетей. Опишите принцип работы семейства алгоритмов А5, используемых для шифрования трафика в сетях GSM.
4. Пропускная способность канала связи. Кодирование источника
5. Как судят о совершенстве методов передачи цифровой информации по степени приближения реальных значений эффективности к предельным значениям?

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. Пропускная способность канала связи. Объем сигнала и емкость канала связи, условия их согласования. Кодирования источника. Методы эффективного кодирования. Фрактальное кодирование изображений. Вейвлет- преобразования сигналов и изображений
2. Коды Хемминга, БЧХ (Боуза- Чоудхури-Хоквенгема), Рида- Соломона. Циклические избыточные коды CRC (Cyclic redundancy check). Сверточные коды. Декодирование сверточных кодов по методу Витерби.
3. Турбокодирование. Сверточные турбокоды. Декодирование турбокодов. Характеристики по мехоустойчивости сверточных турбокодов.
4. Низкоплотностные коды. Классификация LDPC-кодов. Методы построения проверочных матриц. Алгоритмы декодирования низкоплотных кодов. Каскадных кодов.
5. Сигнально-кодовые конструкции на основе Треллис кодовой модуляции (ТСМ) и их анализ. Исследование сигнально-кодовой конструкции на базе системы с ортогональным частотным мультиплексированием и пространственно-временным кодированием OFDM - MIMO.

9.1.4. Темы практических заданий

1. Модемы спутниковых систем связи M-QAM, M- PSK, 16-APSK, 32-APSK, и численный анализ вероятности символьной ошибки. Помехоустойчивое кодирование в спутниковых систем связи. Коды Хемминга, БЧХ (Боуза- Чоудхури- Хоквенгема), Рида-Соломона. Циклические избыточные коды CRC (Cyclic redundancy check). Сверточные коды. Декодирование сверточных кодов по методу Витерби. Турбокодирование. Сверточные турбокоды. Декодирование турбокодов. Характеристики помехоустойчивости сверточных турбокодов. Низкоплотностные коды. Классификация LDPC-кодов.

Согласована на портале № 84163

2. Семейство протоколов TCP/IP. Сетевая модель OSI (англ. Open Systems Interconnection Reference Model-OSI — модель взаимосвязи открытых систем). Уровни модели OSI: прикладной уровень; уровень представления; сеансовый уровень; транспортный уровень; сетевой уровень; канальный уровень; физический уровень. Взаимодействие уровней.
3. Орбиты спутниковых систем радиосвязи (ССР). ССР на эллиптических, геостационарных орбитах и низкоорбитальные. Стационарные, мобильные и персональные ССР. Бортовая и наземная аппаратура и технологии. Многоспутниковая система высокоскоростного доступа в Интернет на базе DVB-RCS2. Система связи для космических аппаратов (КА) на эллиптических орбитах на базе ПО SystemVue.
4. Система ПД для подводных роботов Глайдеров на базе многоспутниковой системы Гонец-Д1М. Многоспутниковая система «Интернета вещей» «Марафон IoT» на базе протоколов LoRaWAN. Высокоростная Mach-сеть для группы наноспутников CubeSat Бортовая сеть SpaceWire для перспективных КА
5. Бортовые сети космических аппаратов нового поколения на основе сетей технологии SpaceWire. Базовя архитектура бортовой информационно-коммуникационной сети SpaceWire для перспективных КА. Функциональная электронная компонентная база (СБИС) отечественного производства для сетей SpaceWire.

9.1.5. Темы практических занятий

1. Анализ цифровых методов модуляции. Модемы связи FSK, MSK, GMSK и численный анализ вероятности символьной ошибки. Модемы космических систем связи M-QAM, M-PSK, 16-APSK, 32-APSK, и численный анализ вероятности символьной ошибки. Энергетическая и спектральная эффективность сигнально-кодовых конструкций систем космической связи. Ключевые аспекты измерения EVM (Error Vector Magnitude) - модуля вектора ошибки в космической связи. Влияние на EVM фазового шума, нелинейности бортовых усилителей мощности (HPA/SSPA) и доплеровских сдвигов.
2. Бортовые ретрансляторы космических аппаратов (КА). Приёмо-передающие комплексы, принимающие сигнал от наземных станций или других спутников, усиливающие его, меняющие его частоту и передающие дальше. Главные узлы связи на орбите - два основных типа: «прозрачные» (нерегенеративные) и регенеративные. «Прозрачные» (нерегенеративные) ретрансляторы. Фильтрация, многократно усиливают его мощность и перенос на новую частоту для передачи. Они «не знают», какая именно информация закодирована в сигнале, из-за чего модуляция остается неизменной от входа до выхода. Достоинства - не зависят от формата передаваемых данных или скорости потока. Наземная инфраструктура может использовать любые виды модуляции без изменения бортового оборудования. Недостатки - все шумы и искажения, добавленные на линии «Земля-космос», усиливаются и ретранслируются дальше. Кроме того, их нельзя перепрограммировать для изменения схемы маршрутизации в космосе.
3. Регенеративные ретрансляторы (с демодуляцией и модуляцией) спутниковых систем связи. Как работают - полностью обрабатывают сигнал на борту: демодулируют (извлекают из него цифровые данные), декодируют и исправляют ошибки, затем заново модулируют несущую и отправляют информацию. Достоинства - исключают накопление шумов. Сигнал передается с идеальным качеством, обеспечивая высокую надежность связи. Позволяют реализовать «пакетную» маршрутизацию, когда спутник перенаправляет цифровые данные на разные лучи антенны независимо от источника. Недостатки - сложная конструкция с высоким энергопотреблением, большой массой и строгой привязкой к конкретным стандартам связи.
4. Системные требования к ретрансляторам, формирование зон обслуживания, коммутация и маршрутизация на борту, энергетический бюджет радиолинии. Системный подход при проектировании ретрансляторов спутниковых систем связи. Описание ретрансляторов спутниковых систем связи. Название, цель и назначение, признаки и функции системы, показатели назначения, критерии эффективности. Внешнее проектирование ретрансляторов спутниковых систем связи. Внутреннее проектирование ретрансляторов спутниковых систем связи.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление

Согласована на портале № 84163

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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:

– в печатной форме;

Согласована на портале № 84163

– 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 № 84163

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 2 от « 9 » 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.С. Аникин	Согласовано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. РТС	В.А. Громов	Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РТС	А.М. Голиков	Разработано, d76b3893-b3a9-44a5-84f8-e53e691ec9d0

Согласована на портале № 84163