

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 учебной работе

Ким М.Ю.

«29» 10 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ И
ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**

Направленность (профиль) / специализация: **Интегральная фотоника и оптоэлектроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи»
(ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	108	108	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации

Семестр

Зачет с оценкой

2

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ким М.Ю.

Должность: Директор департамента по учебной
работе

Дата подписания: 29.10.2025

Уникальный программный ключ:

ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85204

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение принципов формирования и обработки сигналов современных систем мобильной связи и интернета вещей, ознакомление с их техническими характеристиками и перспективами развития; Приобретение необходимых теоретических и практических навыков формирования и обработки сигналов систем мобильной связи и Интернета вещей.

1.2. Задачи дисциплины

1. Рассмотрение принципов и особенностей формирования и обработки сигналов систем мобильной связи и Интернета вещей.

2. Изучение принципов моделирования современных протоколов систем мобильной связи и Интернета вещей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль проектно-профессиональной подготовки.

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.02.

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		

ПК-3. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает терминологию в области фотоники и оптоинформатики	Знает: основные принципы формирования и обработки сигналов в современных системах мобильной связи и интернета вещей; этапы эволюции систем связи от 1G до 5G и тенденции их дальнейшего развития; архитектуру и технологии физического уровня протокола NB-IoT, структуру сигналов и каналов, принципы синхронизации; архитектуру систем связи LoRaWAN, принципы формирования LoRa-сигнала на основе расширения спектра методом линейной частотной модуляции (chirp spread spectrum), методы кадровой и частотной синхронизации; принципы сверхузкополосной модуляции (UNB) и особенности технологий физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI; архитектуру систем связи 5G NR, структуру сигналов и каналов, принципы кадровой и частотной синхронизации 5G NR; сравнительные характеристики технологий LPWAN и сотовых стандартов IoT с точки зрения области применения, энергоэффективности и пропускной способности.
	ПК-3.2. Умеет выполнять трудовые действия с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности	анализировать структуру и параметры сигналов протоколов NB-IoT, LoRaWAN, Sigfox, XNB, NB-FI и 5G NR; проводить моделирование процессов формирования и обработки сигналов систем мобильной связи и интернета вещей с применением современного программного обеспечения; выполнять расчёты параметров физического уровня (полосы частот, скорости передачи, энергетического бюджета канала) для различных протоколов IoT; реализовывать алгоритмы кадровой и частотной синхронизации для сигналов LoRa и 5G NR;
	ПК-3.3. Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности	методами синтеза алгоритмов формирования и обработки сигналов систем мобильной связи и интернета вещей; инструментальными средствами математического и имитационного моделирования физического уровня систем связи (MATLAB/Simulink, GNU Radio, и др.); технологиями реализации алгоритмов синхронизации, демодуляции и декодирования сигналов рассматриваемых стандартов;

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
		2 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 с оценкой	38	38
Подготовка к тестированию	38	38
Подготовка к устному опросу / собеседованию	32	32
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
2 семестр					
1 Введение	4	2	20	26	ПК-3
2 Технологии физического уровня протокола NB-IoT	4	4	24	32	ПК-3
3 Технологии физического уровня протокола LoraWan	4	4	24	32	ПК-3
4 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	2	2	24	28	ПК-3
5 Технологии физического уровня стандарта 5G NR	4	6	16	26	ПК-3
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
2 семестр			
1 Введение	Предмет и задачи курса. Основные принципы формирования и обработки сигналов систем мобильной связи и интернета вещей. Эволюция систем связи 1G - 5G.	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Технологии физического уровня протокола NB-IoT	Архитектура систем связи NB-IoT, формирование и обработка сигналов протоколов NB-IoT, сигналы и каналы NB-IoT, синхронизация NB-IoT.	4	ПК-3
	Итого	4	
3 Технологии физического уровня протокола LoraWan	Архитектура систем связи LoraWan, формирование и обработка Lora сигнала, кадровая и частотная синхронизация Lora.	4	ПК-3
	Итого	4	
4 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	Технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией.	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Технологии физического уровня стандарта 5G NR	Архитектура систем связи 5G NR, формирование и обработка сигналов протокола 5G NR, сигналы и каналы 5G NR, кадровая и частотная синхронизация 5G NR.	4	ПК-3
	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
2 семестр			
1 Введение	Начало работы с Octave/Matlab	2	ПК-3
	Итого	2	

2 Технологии физического уровня протокола NB-IoT	Формирование сигналов первичной и вторичной синхронизации NB IoT	2	ПК-3
	Формирование кадра нисходящего канала NB-IoT	2	ПК-3
	Итого	4	
3 Технологии физического уровня протокола LoRaWan	Формирование сигнала, модуляция/демодуляция LoRa.	2	ПК-3
	Временная синхронизация LoRa	2	ПК-3
	Итого	4	
4 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	Формирование и обработка сигнала UNB	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Технологии физического уровня стандарта 5G NR	Формирование сигналов первичной и вторичной синхронизации стандарта 5G NR	2	ПК-3
	Формирование OFDM символов в соответствии со стандартом 5G NR, формирование физического широкополосного канала PBCH	4	ПК-3
	Итого	6	
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
2 семестр				

1 Введение	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	8	ПК-3	Устный опрос / собеседование
	Итого	20		
2 Технологии физического уровня протокола NB-IoT	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	8	ПК-3	Устный опрос / собеседование
	Итого	24		
3 Технологии физического уровня протокола LoraWan	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	8	ПК-3	Устный опрос / собеседование
	Итого	24		
4 Сверхузкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхузкополосной модуляцией	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	8	ПК-3	Устный опрос / собеседование
	Итого	24		
5 Технологии физического уровня стандарта 5G NR	Подготовка к зачету с оценкой	8	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	8	ПК-3	Тестирование
	Итого	16		
Итого за семестр		108		
Итого		108		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, 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-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование, Устный опрос / собеседование
------	---	---	---	---

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
2 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	0	0
Устный опрос / собеседование	16	18	18	52
Тестирование	16	16	16	48
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
$\geq 90\%$ 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	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Основы радиосвязи [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Романюк ; Министерство образования Российской Федерации, Московский государственный институт электронной техники (технический университет) (М.). - М. : Юрайт, 2011. - 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).

2. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

3. Моделирование беспроводных систем связи: Учебное пособие / А. С. Вершинин - 2014. 231 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3911>.

7.2. Дополнительная литература

1. Методы манипуляции цифровой радиосвязи: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы / С. В. Мелихов - 2017. 64 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7028>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Формирование и обработка сигналов систем мобильной связи и Интернета вещей: Методические указания для выполнения практических работ и самостоятельной работы / Е. В. Рогожников, Э. М. Дмитриев, К. В. Диноченко - 2024. 94 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10932>.

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>.

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

Учебно-научная лаборатория систем связи: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, 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, 230/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Анализатор спектра DSA832E. Rigol 8 шт.

Генератор стандартных функций и сигналов DG5071. Rigol 11 шт.

Осциллограф цифровой MSO5104. Rigol 14 шт.

Панель интерактивная со встраиваемым ПК

Монитор 27" 14 шт.

Системный блок AMD Ryzn 7 14 шт.

Стол рабочий CP-14-7 в сборке 1 8 шт.

- Комплект специализированной учебной мебели;

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 2019;

- Microsoft Windows 10 Pro;

- Visual Studio;

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.

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

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 Введение	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Технологии физического уровня протокола NB-IoT	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Технологии физического уровня протокола LoraWan	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Сверхзкополосная модуляция (UNB), технологии физического уровня протоколов Sigfox, XNB, NB-FI, формирование и обработка сигналов с сверхзкополосной модуляцией	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Технологии физического уровня стандарта 5G NR	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

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

- Ошибка в частотной синхронизации при обработке QAM модулированного сигнала приведет:
 - К зашумлению созвездия

- b) К фазовому набегу
 - c) К амплитудным искажениям
 - d) К ошибке тактовой синхронизации
2. Интервал между поднесущими в NB-IoT DL равен:
- a) 25 кГц
 - b) 30 кГц
 - c) 15 кГц
 - d) 50 кГц
3. Полоса сигнала в системе связи, работающей по технологии UNB составляет
- a) 100 Гц
 - b) 100кГц
 - c) 100 МГц
 - d) 10 МГц
4. Протокол NB-IoT наиболее близок к
- a) 5G NR
 - b) LTE
 - c) Sigfox
 - d) LoraWan
5. Модуль базовой станции который не используется в 5G
- a) Cu
 - b) Du
 - c) Ru
 - d) BBU
6. В sigfox применяется модуляция
- a) QPSK
 - b) BPSK
 - c) DBPSK
 - d) GFSK
7. В синхроблок 5G NR входит канал:
- a) PRACH
 - b) PBCH
 - c) PDSCH
 - d) PDCCCH
8. DMRS в 5G NR это
- a) опорный сигнал
 - b) сигнал синхронизации
 - c) канал для передачи пользовательских данных
 - d) канал для передачи служебных данных
9. При увеличении SF скорость передачи данных
- a) увеличивается
 - b) уменьшается
 - c) не изменяется
10. В основе LoraWan лежит модуляция
- a) BPSK
 - b) ЛЧМ
 - c) DBPSK
 - d) OFDM
11. Интерфейс между базовой станцией и ядром сети это
- a) Fronthaul
 - b) Midhaul
 - c) Backhaul
 - d) Другое

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Сигналы и каналы 5G NR.

2. Сигналы и каналы NB-IoT.
3. Технология UNB.
4. Технология Lora.
5. Синхронизация 5G NR.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. 1. От чего зависит полоса сигнала.
2. На что влияет полоса сигнала.
3. Что такое циклический префикс.
4. Что такое скорость кодирования.
5. Как определить пик-фактор сигнала.

9.2. Методические рекомендации

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 9.4.

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;
- 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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «21» 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946- bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.В. Жечева	Согласовано, 10222954-0bcd-4026- 99f7-5b18919a1928

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Е.В. Рогожников	Разработано, 89e0aaec-be8a-4f7b- bd1a-f43585db8135
--	-----------------	--