

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МНОГОКАНАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ»

Направление: 11.04.01 Радиотехника

Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Дмитриев Алексей
Александрович
Дата подписания: 27.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 27.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Многоканальная передача информации» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-3 Способен моделировать и разрабатывать математические и физические модели радиоэлектронных средств на схемотехническом и системотехническом уровнях	ПК-3.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-3.3	Способен составить инструкции по эксплуатации, программы испытаний	Знать Знать правила и нормы ведения технической документации, теоретические основы проведения испытаний и учета погрешностей измерений Уметь Уметь проводить анализ системы, находить ключевые факторы, влияющие на эксплуатацию и требующие исследования Владеть Владеть специальной терминологией, навыком проведения испытаний, написания технических текстов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Многоканальная передача информации» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теория передачи цифровых сигналов», «Цифровая обработка сигналов в системах передачи информации», «Радиотехнические системы передачи информации»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Системы широкополосного доступа», «Системы и устройства автоматической коммутации», «Системы подвижной радиосвязи», «Управление потоками информации»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	52	52
лекции	0	0

лабораторные работы	26	26
практические/семинарские занятия	26	26
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	92	92
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Многоканальные системы передачи информации с частотным разделением каналов			1	4	1	4	1	13	Устный опрос
2	Линейные тракты систем передачи информации с частотным разделением каналов			2	4	2	4	1	13	Устный опрос
3	Основы построения цифровых многоканальных систем передачи информации			3	4	3	4	1	13	Устный опрос
4	Плезиохронная и синхронная иерархии цифровых многоканальных систем передачи информации с временным разделением каналов			4	4	4	4	1	13	Устный опрос
5	Линейный тракт проводных цифровых многоканальных систем передачи информации с временным разделением каналов			5	4	5	4	1	13	Устный опрос

6	Системы подвижной цифровой многоканальной связи			6	4	6	4	1	14	Устный опрос
7	Радиорелейные и спутниковые системы передачи			7	2	7	2	1	13	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего				26		26		128	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Многоканальные системы передачи информации с частотным разделением каналов	Принципы организации многоканальной передачи информации методом частотного разделения каналов. Структура оконечной станции систем с частотным разделением каналов. Однополосная модуляция. Особенности образования группового сигнала в оконечных станциях в системах с частотным разделением каналов.
2	Линейные тракты систем передачи информации с частотным разделением каналов	Структура линейного тракта систем передачи информации с частотным разделением каналов. Организация дуплексного режима. Основное и неосновное оборудование линейного тракта систем передачи информации с частотным разделением каналов.
3	Основы построения цифровых многоканальных систем передачи информации	Дискретизация, квантование и восстановление аналогового сигнала. Основной цифровой канал. Нелинейное квантование и законы компандирования. Принципы организации многоканальной передачи информации с использованием временного разделения каналов. Синхронизация.
4	Плещиохронная и синхронная иерархии цифровых многоканальных систем передачи информации с временным разделением каналов	Плещиохронная иерархия: стандарты, уровни, агрегатирование потоков. Синхросигналы и сигналы взаимосвязи, управления и сигнализации. Синхронная иерархия: принципы формирования информационных потоков и агрегатирования каналов. Функции контроля, управления и обслуживания. Способы выделения тактовой частоты. Фазовые дрожания. Понятие проскальзывания в цифровых многоканальных системах передачи информации с временным разделением каналов. Нормирование проскальзываний, принципы построения системы тактовой сетевой синхронизации в Российской Федерации.
5	Линейный тракт проводных цифровых	Линейный тракт ЦСП. Структурная схема линейного тракта проводных ЦСП. Анализ

	многоканальных систем передачи информации с временным разделением каналов	процессов прохождения импульсов по линии связи. Искажения импульсов. Действие помех. Формирование кодов в цифровых линейных трактах (ЦЛТ). Линейные коды: необходимость применения и принципы формирования.
6	Системы подвижной цифровой многоканальной связи	Исторические предпосылки к появления подвижной связи. Аналоговая трекинговая телефонная связь. Первое поколение систем сотовой связи. Системы связи "Алтай". Системы сотовой связи второго поколения. Стандарт связи GSM, системы SMS, GPRS, EDGE. Кодовое разделение каналов, системы сотовой связи третьего поколения. Стандарт связи CDMA2000, CDMA EV-DO, WCDMA HSPA. Многоканальные системы передачи информации на основе мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM). Системы сотовой связи четвёртого поколения, стандарт связи LTE, 802.11ac, Bluetooth 5.
7	Радиорелейные и спутниковые системы передачи	Радиорелейные и спутниковые системы передачи. Антенно-волноводные тракты радиорелейных и спутниковых систем передачи. Аппаратура аналоговых и цифровых радиорелейных систем передачи прямой видимости.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Дискретизация и восстановление сигнала.	4
2	Исследование фазового метода получения сигнала с одной боковой полосой	4
3	Импульсно-кодовая модуляция	4
4	Демодуляция ИКМ сигналов	4
5	Модуляция и демодуляция сигналов, полученных методом расширения спектра кодовыми последовательностями (ШПС)	4
6	Исследование качественных параметров сигналов сотовых сетей на местности	4
7	Частотная манипуляция	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Построение оконечных станций систем передачи с частотным разделением каналов	4
2	Линейные тракты систем передачи с частотным	4

	разделением каналов	
3	Особенности построения цифровых систем передачи	4
4	Иерархия цифровых систем передачи с временным разделением каналов	4
5	Линейный тракт проводных систем передачи информации с временным разделением каналов	4
6	Многоканальные системы подвижной радиосвязи	4
7	Радиорелейные и спутниковые системы передачи информации	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	92

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Деловая игра

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/mod/book/view.php?id=274338>

<https://el.istu.edu/mod/url/view.php?id=274900>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/mod/resource/view.php?id=274907>

<https://el.istu.edu/mod/resource/view.php?id=274910>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/mod/book/view.php?id=273961>

<https://el.istu.edu/mod/book/view.php?id=274309>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

1. Выдача 2 вопросов каждому студенту индивидуально
2. Подготовка студентами письменного ответа
3. Объяснения ответов на вопросы

Критерии оценивания.

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-3.3	Знает правила и нормы ведения технической документации, теоретические основы проведения испытаний и учета погрешностей измерений. Умеет проводить анализ системы, находить ключевые факторы, влияющие на эксплуатацию и требующие исследования. Владеет специальной терминологией, навыком проведения испытаний, написания технических текстов.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Процедура экзамена состоит в ответе на вопросы экзаменационного билета и ответе на дополнительный вопрос. Экзаменационный билет содержит два вопроса, время подготовки – 15 минут.

Пример задания:

1. Общая характеристика метода частотного разделения каналов (ЧРК);
2. Принципы получения сигналов с одной боковой полосой;
3. Охарактеризуйте стандартные группы в иерархии систем передачи с ЧРК;
4. Какие приемы обработки сигнала приводят к унификации фильтрового оборудования и уменьшению его разнотипности при ЧРК?
5. Расскажите методы организации двухсторонней связи многоканальной системы передачи с ЧРК;
6. Охарактеризуйте структуру тракта многоканальной системы передачи с ЧРК;

7. Основное оборудование оконечных промежуточных пунктов систем передачи с ЧРК;
8. Расскажите принципы подачи питания на необслуживаемые усилительные пункты;
9. Принципы регулировки усиления в тракте многоканальной системы передачи с ЧРК;
10. Охарактеризуйте основные преимущества цифровых систем передачи;
11. Расскажите принципы преобразования аналоговой информации в цифровую;
12. Компандеры – основная цель введения. Какой принцип компандирования принят в системах передачи РФ?
13. Назовите характеристики основного цифровой канала;
14. Структурная схема оконечной станции цифровой системы передачи (ЦСП);
15. Принципы построения асинхронной иерархии ЦСП;
16. Принципы синхронизации в системах с временным уплотнением каналов;
17. Плезеохронная и синхронная цифровые иерархии ЦСП;
18. Сигналы и коды, применяемые в линейных трактах ЦСП;
19. Назначение и принцип устройства регенераторов в ЦСП;
20. Влияние помех на достоверность передачи информации;
21. Структурная схема ЦСП с ИКМ-30;
22. Временной спектр ЦСП с ИКМ-30;
23. Аналоговые многоканальные системы подвижной радиосвязи;
24. Сотовая связь – стандарт GSM, частотно-временное разделение каналов;
25. Стандарт сотовой связи UMTS, кодовое разделение каналов;
26. Технология OFDM и стандарты связи 4G LTE, 802.11ac, Bluetooth 4;
27. Структурная схема радиорелейной системы передачи;
28. Типы радиорелейных станций и их различие;
29. Каким образом осуществляется распределение частот в радиорелейной системе передачи?
30. Особенности распространения сантиметровых радиоволн на радиорелейных и спутниковых линиях связи;
31. Основные типы антенн, применяемых на радиорелейных линиях связи;
32. Структурная схема приемопередающей аппаратуры цифровой радиорелейной системы передачи прямой видимости.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Аттестуемый демонстрирует глубокие знания по теме рассматриваемого вопроса, при ответе использует соответствующую терминологию, знания из смежных дисциплин и актуальную научную информацию	Аттестуемый демонстрирует достаточные знания по теме рассматриваемого вопроса, при ответе допускает незначительные ошибки и неточности в определениях, физическом смысле и терминах	Аттестуемый демонстрирует базовые знания о рассматриваемом вопросе, при ответе допускает значительные ошибки и неточности в определениях, физическом смысле и терминах.	Аттестуемый демонстрирует поверхностные знания о рассматриваемом вопросе или их отсутствие. Путается в терминах и определениях. Ответ не структурирован, не имеет логической последовательности.

7 Основная учебная литература

1. Дмитриев А. А. Многоканальная передача информации : электронный курс / А. А. Дмитриев, 2023
2. Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети : учебник и практикум для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям / К. Е. Самуйлов [и др.], 2017. - 362.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Берлин А. Н. Телекоммуникационные сети и устройства : учебное пособие / А. Н. Берлин, 2013. - 319.
2. Радиосистемы передачи информации системы синхронизации : учеб. пособие / В. В. Калмыков, А. С. Косолапов, Ю. Н. Себекин, А. И. Сенин; Под ред. В. В. Калмыкова, 1987. - 42.
3. Оптоволоконные системы передачи информации : конспекты лекций для студентов фак. ФРЭТ / М-во образования Рос. Федерации, Дальневост. гос. техн. ун-т, 2000. - 32.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной

аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.