

АО «ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева»

Институт энергетики и цифровых технологий

Кафедра информационно-коммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Председатель УС

Жармагамбетова М.С.

2025г.

Решение УС от «27» «11» пр. № 3

ПРОГРАММА

АТТЕСТАЦИОННОГО (КОМПЛЕКСНОГО) ЭКЗАМЕНА

по образовательной программе «6В06209 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Алматы, 2025

Программа Аттестационного (комплексного) экзамена по базовой и профилирующим дисциплинам образовательной программы «6В06209 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации» составлена в соответствии с ГОСВиПО, утвержденных Приказом Министра науки и высшего образования РК № 2 от 20 июля 2022г., с изменениями Приказом Министра науки и высшего образования РК № 21 от 19 января 2023г., Типовых правил деятельности организаций образования соответствующих типов и видов, утвержденных Приказом Министра образования и науки РК № 595 от 30 октября 2018 года, с изменениями Приказом Министра науки и высшего образования РК № 379 от 02.08.2023г., образовательной программы «6В06209 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации», рабочих учебных программ дисциплин (РУПД).

Форма обучения: очная.

Программа рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры радиотехники и телекоммуникации.

Протокол № 2 от «14» октября 2025 г.

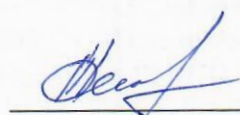
Заведующий кафедрой
Радиотехники и телекоммуникации

 Мусапирова Г.Д.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании УМБ института энергетики и цифровых технологий.

Протокол № 2 от «21 » октября 2025 г.

Председатель УМБ института
энергетики и цифровых технологий

 Тойгожинова А.Ж.

Программа рассмотрена и рекомендована на утверждение УС на заседании УМС.
Протокол № 2 от 20 ноября 2025 г.

Председатель УМС

 Абдрешов Ш.А.

Содержание

1. Цель Аттестационного (комплексного) экзамена	4
2. Регламент проведения Аттестационного (комплексного) экзамена	4
3. Критерии и показатели оценки знаний обучающихся	5
4. Содержание Аттестационного (комплексного) экзамена	7
5. Рекомендуемая литература	11

1. Цель Аттестационного (комплексного) экзамена по образовательной программе

Целью Аттестационного (комплексного) экзамена по базовой и профилирующим дисциплинам образовательной программы «6В06209 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации» является определение степени соответствия уровня подготовленности выпускников требованиям ГОСВиПО бакалавриата, утвержденных Приказом Министра науки и высшего образования РК № 2 от 20 июля 2022г., с изменениями Приказом Министра науки и высшего образования РК № 21 от 19 января 2023г., Типовых правил деятельности организаций образования соответствующих типов и видов, утвержденных Приказом Министра образования и науки РК № 595 от 30 октября 2018 года, с изменениями Приказом Министра науки и высшего образования РК № 379 от 02.08.2023г., образовательной программы «6В06209 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации» и рабочих учебных программ дисциплин (РУПД).

При проведении Аттестационного (комплексного) экзамена проверяются как теоретические знания, так и практические навыки выпускника в соответствии с образовательной программой «6В06209 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

2. Регламент проведения Аттестационного (комплексного) экзамена по образовательной программе

Аттестационный (комплексный) экзамен в качестве итоговой аттестации проводится в соответствии с академическим календарем и согласно графику учебного процесса на текущий учебный год.

К экзамену допускаются лица, завершившие полный курс обучения и успешно прошедшие все предшествующие аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом. Для проведения итоговой аттестации обучающихся по образовательной программе «6В06209 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации» создается Аттестационная комиссия (далее – АК).

Председатель АК и персональный состав комиссии утверждается Президент-Ректором АЛТ университет имени М. Тынышпаева.

В компетенцию Аттестационной комиссии входят:

- проверка уровня соответствия теоретической и практической подготовки выпускаемых кадров, установленных требованиям образовательных программ;
- присуждение выпускнику степени бакалавра по соответствующей образовательной программе;
- разработка предложений, направленных на дальнейшее улучшение качества подготовки кадров.

Программа Аттестационного (комплексного) экзамена по базовой и профилирующим дисциплинам доводится до сведения обучающихся не позднее, чем за месяц до предполагаемой даты проведения экзамена и публикуется на сайте Академии.

Обсуждение и окончательное оценивание ответов обучающихся, АК проводит на закрытом заседании, определяя итоговую оценку – в балльно-рейтинговом значении (таблица 1 – Критерии и показатели оценки знаний обучающихся).

Результаты Аттестационного (комплексного) экзамена доводятся до обучающихся в день сдачи экзамена.

Повторная сдача Аттестационного (комплексного) экзамена с целью повышения положительной оценки не допускается.

Пересдача Аттестационного (комплексного) экзамена, получившим оценку «неудовлетворительно», в данный период итоговой аттестации не разрешается.

Обучающийся, получивший по итоговой аттестации оценку «неудовлетворительно», отчисляется из Академии приказом Президент-Ректора как «не выполнивший требования образовательной программы: не сдавший Аттестационный (комплексный) экзамен».

Обучающемуся, прошедшему итоговую аттестацию и подтвердившему освоение образовательной программы, решением Аттестационной комиссии присуждается степень «бакалавр» и выдается диплом с приложением.

3. Критерии и показатели оценки знаний обучающихся

№	Оценка в буквенной системе	Цифровой эквивалент баллов	%-ное содержание	Оценка по традиционной системе	Показатели критериев оценивания
1	2	3	4	5	6
1	A	4,0	95-100	отлично	1.Полностью, правильно с учётом современной теории излагает материал; 2.Показывает дополнительные знания; 3.Теоретические знания увязывает с практикой; 4.Свободно владеет терминологией; 5.Устанавливает причинно-следственные связи; 6.Умеет делать прогноз; 7.Уверенно отвечает на дополнительные вопросы.
2	A-	3,67	90-94		1.Правильно с учётом современной теории излагает материал; 2.Отвечает полностью, самостоятельно делает выводы и обобщения; 3.Хорошо знает терминологию; 4.Устанавливает причинно-следственные связи. 5.Полностью отвечает на дополнительные вопросы.
3	B+	3,33	85-89	хорошо	1.Хорошо излагает материал; 2.Отвечает полностью, самостоятельно делает выводы и обобщения; 3.Владеет терминологией; 4.Владеет логикой. 5.Отвечает на дополнительные вопросы
4	B	3,0	80-84		1.Знает основной материал; 2.Обоснованно приводит примеры; 3.Делает обобщения и выводы; 4.Допускает неточности в терминологии, логике изложения. 5.Отвечает на дополнительные вопросы
5	B-	2,67	75-79		1.Знает основной материал, но отвечает сбивчиво без логики; 2.Допускает неточности при пользовании терминами; 3.При ответах на дополнительные вопросы допускает ошибки.

6	C+	2,33	70-74		1.Имеет только основы теоретических знаний; 2.Не умеет делать выводов и обобщений; 3.Не пользуется терминологией; 4.Отвечает на дополнительные и уточняющие вопросы.
7	C	2,0	65-69	удовлетворительно	1.Имеет неполные знания основного материала; 2.Не владеет логикой; 3.Ответ носит фрагментарный характер; 4.На дополнительные вопросы отвечает не полностью.
8	C-	1,67	60-64		1.Имеет неполные знания основного материала; 2.Допускает неточности, не умеет делать выводы, обобщения; 3.Не владеет логикой; 4.Допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы.
9	D+	1,33	55-59		1.Не знает значительной части материала; 2.Слабо ориентируется в материале; 3.Не владеет логикой ответа на вопрос; 4.Затрудняется отвечать на дополнительные вопросы.
10	D	1,0	50-54		1.Знание и понимание основ теории с допущением существенных неточностей, некоторая поверхностность, снижающая понимание, но способность с помощью наводящих вопросов преподавателя приходить к правильному суждению.
11	F	0	0-49	неудовлетворительно	1.Отрывочные знания, изложение их без понимания смысла. 2.Дополнительные вопросы членов комиссии только затрудняют мысль, формально заученные положения теории.

4. Содержание Аттестационного (комплексного) экзамена по образовательной программе «6В06209 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Тематика экзаменационных вопросов соответствует избранным разделам из рабочих учебных программ (силлабусов) циклов по базовой и профилирующим дисциплинам:

- 4.1. Профилирующая дисциплина - «Волоконно-оптические линии связи»
- 4.2. Профилирующая дисциплина – «Многоканальная связь»
- 4.3. Базовая дисциплина - «Теория электрической связи»
- 4.4. Задачи

4.5. Профилирующая дисциплина - «ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА»

4.1.1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

История развития оптических волокон (ОВ). Области использования ОВ и волоконно-оптических кабелей связи (ОВКС). Преимущества и недостатки использования ОВ в системах связи. Физико-химические свойства оптических волокон. Технология изготовления ОВ. Основные конструктивные элементы ОВ. Типы покрытий и элементов ОК. Типы оптических волокон: многомодовые MMF и одномодовые SMF. Физические свойства ОВ: многомодовое волокно со ступенчатым профилем показателя преломления; многомодовое волокно с градиентным профилем показателя преломления; одномодовое волокно. Сущность и причины появления микроизгибов и макроизгибов волокна. Окна прозрачности ОВ: спектральные диапазоны длин волн оптического излучения, в котором имеет место меньшее, по сравнению с другими диапазонами, затухание излучения в среде, в частности - в оптическом волокне.

4.1.2. ПРИЧИНЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ И СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ПО ОПТИЧЕСКИМ ВОЛОКНАМ.

Распределение света по оптическому волокну. Основные законы геометрической оптики. Отражение света. Преломление света. Полное внутренне отражение света. Лучевой подход. Типы и число направляемых волн. Электромагнитный подход. Волновой анализ распространения света в волокне. Количественный анализ электромагнитных процессов. Распространение различных мод по оптоволокну: направляемые моды, излучаемые волны, истекающие волны. Оптические моды в волноводах. Связь между понятиями луча и моды.

Потери энергии и нелинейные эффекты. Затухание оптических волокон: потери на поглощении; потери на рассеянии; кабельные потери. Собственные затухания. Затухания из-за поглощения энергии в материале ОВ. Затухания из-за Рэлеевского рассеяния света. Дисперсия и полоса пропускания ОВ: межмодовая (или модовая) дисперсия; хроматическая дисперсия; материальная дисперсия; волноводная дисперсия; профильная дисперсия; поляризационно-модовая дисперсия. Уширение импульсных сигналов в волоконных световодах (ВС): а) в многомодовых ВС; б) в градиентных ВС; в) в одномодовых ВС. Числовая и входная апертура. Нелинейные эффекты в оптических волокнах: вынужденное обратное рассеяние Бриллюэна–Мандельштама (на акустических фононах); вынужденное рамановское или комбинационное рассеяние (на оптических фононах).

4.1.3. КОНСТРУКЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ.

Характеристики оптических волокон. Размеры и характеристики оптических волокон, соответствующие Рекомендациям МСЭ-Т. Особенности одномодовых и многомодовых волокон. Характеристики передачи: коэффициент затухания; полоса пропускания и хроматическая дисперсия. Коэффициент преломления: разность показателей преломления; профили показателей преломления одномодовых и

многомодовых ОВ; диаметры модового поля. Оптические характеристики ОВ: Геометрические параметры ОВ: диаметр отражающей оболочки; некруглость отражающей оболочки; неконцентричность сердцевины и отражающей оболочки. Механические характеристики ОВ: теоретическая и реальная прочность оптического волокна на разрыв; испытание ОВ на прочность и расчет вероятности разрушения волокна; срок службы ОВ; динамическая деформация волокна. Оптические кабели. Классификация оптических кабелей связи. Общие требования к оптическим кабелям. Оболочки ОКС. Особенность маркировка оптических кабелей. Конструкции волоконно-оптических кабелей. Детекторы и пассивные элементы светового излучения. Источники оптического излучения. Приемники оптического излучения построенные на основе светоизлучающих диодов и инжекционных лазерных диодов. Регенераторы и волоконно-оптические усилители. Применение регенераторов в оптических системах. Волоконно-оптические усилители. Критические рабочие параметры усилителей типа EDFA. Рамановские усилители.

4.1.4. КОНСТРУКЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАССИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ.

Пассивные и волоконно-оптические элементы: мультиплексоры и демультиплексоры, включая WDM устройства, оптические соединители, розетки, шнуры, распределительные панели, кроссовые шкафы, соединительные муфты, оптические разветвители, ответвители, разделители (сплиттеры), аттенюаторы, изоляторы, переключатели, коммутаторы, пассивные компенсаторы дисперсии, коннекторы и другие соединители, системы спектрального уплотнения, оконцеватели для подавления отражений, адаптеры, волоконно-оптические циркуляторы, ремонтные вставки, и т.д., то есть все, что необходимо для обеспечения передачи оптического сигнала по волоконно-оптическому кабелю от передатчика к приемнику. Применение оптических разветвителей. Общие сведения о соединительных муфтах: конструкции соединительных муфт; кабельные муфты различных производителей; эксплуатационная надежность муфт; организаторы волокон. Разъемные соединения. Спектральные распределители оптического излучения. Соединение и сращивание ОВ: характеристики сростков и соединений. Механическое и сварное соединение. Важные параметры, определяющие эффективность сварки.

4.1.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИЗМЕРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ.

Измерения параметров волоконно-оптических линий связи. Методы и средства измерения оптических характеристик ВОЛС. Измерение основных параметров ВОЛС. Измерение оптической мощности. Измерение затухания и вносимых потерь. Измерение полосы пропускания и дисперсии ОВ. Тенденции развития методов и средств измерения ВОЛС. Приемо-сдаточные измерения и составление паспорта ВОЛС. Измерение затухания оптическими тестерами. Конструктивные особенности оптических тестеров. Основы рефлектометрии в оптическом диапазоне. Рефлектометрические измерения параметров ВОЛС. Характеристики ОТДР. Применение ОТДР. Принцип работы ОТДР. Структурная схема ОТДР. Типы рефлектометров и их основные параметры. Проектирование и строительство ВОЛС. Основы проектирования ВОЛС. Основные требования к проектированию. Этапы проектирования ВОЛС. Состав проекта, краткое изложение его основных разделов. Расчет длины регенерационного участка, выбор типа ОВ. Способы и технологические принципы прокладки ВОК. Прокладка ВОК в грунте. Прокладка ВОК в канализацию или трубопровод. Традиционный метод тяжения. Метод задувки кабеля. Подвеска диэлектрического ВОК на опорах контактной сети, линиях автоблокировки и связи. Технологии подвески самонесущего оптического кабеля. Методы подвески. Методы защиты кабеля. Методы максимального увеличения прокладываемых длин кабеля. Монтаж и техническая эксплуатация ВОЛС. Установка, монтаж оконечных устройств. Соединительные муфты и распределительные коробки для монтажа внутренней проводки. Распределительные панели и оптические распределительные

устройства. Особенности технической эксплуатации ВОЛС. Проведение аварийно-восстановительных работ на ВОЛС. Охрана труда при строительстве и техническом обслуживании ВОЛС.

4.2. Профилирующая дисциплина – «МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ»

4.2.1. ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ НА ОСНОВЕ ИМПУЛЬСНО – КОДОВОЙ МОДУЛЯЦИИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ.

Основные понятия и определения. Классификация цифровых систем передачи. Дискретизация или амплитудно – импульсная модуляция. АЦП и ЦАП сигнала в ЦСП ИКМ-ВРК. теорема Найквиста-Котельникова. Функциональная схема индивидуального АИМ тракта.

Квантование. Равномерное квантование. Неравномерное квантование. Кодирование квантовых сигналов.

Групповой ИКМ сигнал. Обобщенная структурная схема оконечной станции цифровой системы передачи с ИКМ-ВРК.

Канальные АИМ и селекторы, кодеры и декодеры, ГО ЦСП. Электронный ключ - аналог КАИМ-КС. Кодеры и декодеры с линейной шкалой квантования. Генераторное оборудование цифровых систем передачи. Структурная схема ГО передачи. Задающие генераторы. Принципиальная схема ЗГ на транзисторах. Функциональная схема ЗГ на логических элементах. Схема ЗГ с фазовой автоподстройкой частоты. Функциональные схемы делителей разрядов.

4.2.2. ВРЕМЕННОЕ ГРУППООБРАЗОВАНИЕ ИЛИ МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ В ЦСП

Методы объединения цифровых потоков в PDH. Иерархии и стандарты ЦСП ИКМ-ВРК. Структура цикла передачи цифровых систем передачи с посимвольным объединением цифровых потоков. Структура цикла системы передачи с поканальным объединением цифровых потоков. Объединение цифровых потоков в PDH. Схема мультиплексирования цифровых потоков ПЦИ различных стандартов. Построение цикла первичного цифрового потока E1. Структура цикла и сверхцикла первичного цифрового потока E1. Построение цикла первичного цифрового потока DS1. Структура цикла первичного цифрового потока DS1.

Методы асинхронного объединения цифровых потоков. Структурная схема тракта передачи ОВГ объединения синхронных потоков. Структурная схема тракта приема ОВГ объединения синхронных потоков.

Методы синхронного объединения цифровых потоков Формирование цифрового потока STM – 1 на основе компонентных потоков E1, E3, E4. Синфазно-синхронное объединения и разделение цифровых потоков. Схема устройства синфазно-синхронного объединения и разделения цифровых потоков. Синхронное объединение цифровых потоков. Структурная схема тракта передачи ОВГ объединения синхронных цифровых потоков. Структурная схема тракта приема ОВГ объединения синхронных цифровых потоков. Формирование цифрового потока STM – 1 на основе компонентных потоков E1, E3, E4. Схема преобразований в синхронной цифровой иерархии.

Функциональные узлы оборудования временного группобразования. Запоминающее устройство. Временной детектор. Передатчик и приемник команд согласования скоростей. Устройство фазовой автоподстройки частоты. Цифровой временной детектор. Аналоговый временной детектор. Диаграммы, поясняющие принцип коррекции команд согласования скоростей. Устройство ФАПЧ с компенсацией высокочастотных составляющих управляющего сигнала. Временной детектор с фиксацией промежуточных значений ВИ между моментами записи и считывания.

Устройство ФАПЧ с передачей промежуточных значений ВИ между моментами записи и считывания. Функциональные блоки аппаратуры SDH. Пример логической схемы формирования модуля STM-1 из потока трибов E1.

4.2.3. СИНХРОНИЗАЦИЯ В ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ.

Основные понятия и определения. Виды синхронизации. Тактовая синхронизация. Способы тактовой синхронизации. Структурная схема устройства тактовой синхронизации. Структурные схемы УТС с фазовой автоматической подстройкой частоты. Функциональная схема и временные диаграммы устройства активной фильтрации тактовой частоты. Требования к системам синхронизации, тактовая сетевая синхронизация.

Общие принципы построения цикловой синхронизации. Назначение цикловой синхронизации. Канал цикловой синхронизации. Классификация типов синхросигнала. Отличительные признаки циклового синхросигнала. Способы передачи циклового синхросигнала. Структурная схема формирователя синхросигнала. Приемники синхросигнала с задержкой контроля и одноразрядным сдвигом. Структурная схема приемника с задержкой контроля и одноразрядным сдвигом. Структурная схема опознавателя синхросигнала. Алгоритм поиска состояния синхронизма в системах синхронизации с задержкой контроля на цикл. Приемники синхросигнала со скользящим поиском. Неадаптивные приемники синхросигнала. Приемник синхросигнала, адаптивный к вероятности ошибки в линейном тракте. Полностью адаптивный приемник синхросигнала.

4.2.4. ЛИНЕЙНЫЙ ТРАКТ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ И ОПТИЧЕСКИМ КАБЕЛЯМ.

Основные понятия и определения. Структура линейного тракта и его основные параметры. Структурная схема цифрового линейного тракта. Энергетический спектр цифрового ИКМ сигнала. Линейные коды. Межсимвольные искажения 1-го рода. Межсимвольные искажения 2-го рода.

Регенерация цифрового сигнала. Классификация линейных регенераторов. Структурная схема типового регенератора. Схема возникновения влияний между трактами ЦСП.

Обобщенная структурная схема цифровой волоконно-оптической системы передачи. Классификация ВОСП. Обобщенная структурная схема ВОСП. Принцип построения двухволоконной однополосной однокабельной ВОСП. Принцип построения одноволоконной однополосной однокабельной ВОСП. Принцип построения одноволоконной двухполосной однокабельной ВОСП. Обобщенная структурная схема ВОСП.

Методы уплотнения волоконно-оптических линий связи. Метод временного уплотнения ВОЛС. Временное мультиплексирование на уровне электрических сигналов. Временное мультиплексирование на уровне оптических сигналов. Метод спектрального разделения ВОЛС. Структурная схема ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.

4.3. Базовая дисциплина - ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

4.3.1. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СООБЩЕНИЙ, СИГНАЛОВ И ПОМЕХ.

Описание сигналов посредством математических моделей. Разложение сигналов в обобщенный ряд Фурье. Спектральное и временное представление сигналов. Дискретизация сигналов во времени.

4.3.2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ МОДУЛЯЦИИ И ДЕТЕКТИРОВАНИЯ.

Амплитудная модуляция. АМ с подавленной несущей (АМ-ПН), однополосная модуляция (АМ-ОМ). Временное, спектральное и векторное представление АМ-

колебаний. Формирование модулированных сигналов в нелинейных цепях. Использование параметрических и нелинейных элементов для детектирования. Схема детектора сигналов АМ.

Свойства и характеристики сигналов угловой модуляции в частотной и временной областях для детерминированных и случайных моделей сообщений. Методы формирования ЧМ и ФМ сигналов. Узкополосная и широкополосная угловая модуляция. спектральное разложение ЧМ- и ФМ-сигналов при малых индексах модуляции, сравнительный анализ. Принципы детектирования сигналов угловой модуляции в нелинейных цепях. Схемы фазовых и частотных детекторов.

4.3.3 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КАНАЛОВ СВЯЗИ. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИГНАЛОВ В КАНАЛАХ СВЯЗИ

Линейные и нелинейные модели каналов связи. Преобразование детерминированных сигналов в детерминированных линейных каналах. Преобразование энергетических характеристик детерминированных сигналов. Преобразование случайных сигналов в детерминированных линейных каналах. Преобразование случайных сигналов в детерминированных нелинейных каналах.

4.4 Задачи

1. Рассчитать спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов с амплитудой $A=1\text{В}$, длительностью $\tau=1\text{мС}$ и периодом следования $T=4\text{мС}$. Определить ширину спектра сигнала.

2. Рассчитать спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов с амплитудой $A=2\text{В}$, длительностью $\tau=2\text{мС}$ и периодом следования $T=4\text{мС}$. Определить ширину спектра сигнала.

3. ВАХ нелинейного элемента задана своими значениями: $i_1=4\text{мА}$, $i_2=1,5\text{мА}$, $i_3=0$, $u_1=0\text{В}$, $u_2=2\text{В}$, $u_3=4\text{В}$. Рассчитать методом трех ординат амплитуды и частоты гармоник тока и вычислить коэффициент нелинейных искажений, если входной гармонический сигнал имеет частоту $f_0=100\text{Гц}$, построить спектр тока.

4. ВАХ нелинейного элемента задана своими значениями: $i_1=10\text{мА}$, $i_2=4\text{мА}$, $i_3=2\text{мА}$, $u_1=10\text{В}$, $u_2=20\text{В}$, $u_3=30\text{В}$. Рассчитать методом трех ординат амплитуды и частоты гармоник тока и вычислить коэффициент нелинейных искажений, если входной гармонический сигнал имеет частоту $f_0=200\text{Гц}$, построить спектр тока.

5. ВАХ нелинейного элемента задана полиномом: $i = a_0 + a_1u + a_2u^2 + a_3u^3$, где $a_0=20\text{мА}$, $a_1=4\text{мА/В}$, $a_2=0$, $a_3=-0,1\text{мА/В}^3$. Входное напряжение равно: $u(t) = U_m \cos 2\pi f_0 t$, где $U_m = 6\text{В}$, $f_0 = 2 \cdot 10^3\text{Гц}$. Рассчитать спектр выходного тока и найти коэффициент нелинейных искажений, построить спектр тока.

6. ВАХ нелинейного элемента задана полиномом: $i = a_0 + a_1u + a_2u^2 + a_3u^3$, где $a_0=28\text{мА}$, $a_1=10\text{мА/В}$, $a_2=1\text{мА/В}^2$. Входное напряжение равно: $u(t) = U_m \cos 2\pi f_0 t$, где $U_m = 2\text{В}$, $f_0 = 5 \cdot 10^4\text{Гц}$. Рассчитать спектр выходного тока и найти коэффициент нелинейных искажений, построить спектр тока.

7. Сигнал АМ записан в следующем виде:

$$u(t) = 8 \cos 2\pi 10^5 t + 2 \cos 2\pi (10^5 + 10^4) t + 2 \cos 2\pi (10^5 - 10^4) t$$

Определить коэффициент глубины АМ, модулирующую и несущую частоты, ширину спектра АМ, построить спектр АМ.

8. Сигнал АМ записан в следующем виде:

$$u(t) = 16 \cos 2\pi 10^5 t + 2 \cos 2\pi (10^5 + 10^4) t + 2 \cos 2\pi (10^5 - 10^4) t + \cos 2\pi (10^5 + 2 \cdot 10^4) t + \cos 2\pi (10^5 - 2 \cdot 10^4) t$$

Определить коэффициент глубины АМ для каждой из модулирующих частот, модулирующие и несущую частоты, ширину спектра АМ, построить спектр АМ.

9. Сигнал АМ записан в следующем виде:

$$u(t) = (n+8) \cos 2\pi 10^5 t + 2 \cos 2\pi [10^5 + (m+1)10^3] t + 2 \cos 2\pi [10^5 - (m+1)10^3] t$$

Определить коэффициент глубины АМ, модулирующую и несущую частоты, ширину спектра АМ, построить спектр АМ.

5 10. Осциллограмма АМ-сигнала имеет максимальный размах колебаний $U_{\max}=10$ В, а минимальный $U_{\min}=0$; период высокочастотного заполнения $5 \cdot 10^{-4}$ с, период повторения огибающей $2 \cdot 10^{-3}$ с, определить параметры АМ-сигнала: несущую частоту f_0 , модулирующую частоту F , среднюю амплитуду АМ-сигнала U_m , глубину модуляции M_a . Построить спектр сигнала.

6 11. Осциллограмма АМ-сигнала имеет максимальный размах колебаний $U_{\max}=8$ В, а минимальный $U_{\min}=4$ В; период высокочастотного заполнения 10^{-6} с, период повторения огибающей 10^{-4} с, определить параметры АМ-сигнала: несущую частоту f_0 , модулирующую частоту F , среднюю амплитуду АМ-сигнала U_m , глубину модуляции M_a . Построить спектр сигнала.

7 12. Осциллограмма АМ-сигнала имеет максимальный размах колебаний $U_{\max}=(m+12)$ В, а минимальный $U_{\min}=n$ В; период высокочастотного заполнения $(n+1)10^{-6}$ с, период повторения огибающей $(m+1)10^{-4}$ с, определить параметры АМ-сигнала: несущую частоту f_0 , модулирующую частоту F , среднюю амплитуду АМ-сигнала U_m , глубину модуляции M_a . Построить спектр сигнала.

8 13. Частотно-модулированный (ЧМ) сигнал записан в виде: $u(t)=2,5 \cos(3000t+0,1 \sin 100t)$. Определить амплитуду ЧМ сигнала U_m , максимальную $\omega_{\max}$ и минимальную $\omega_{\min}$ частоты ЧМ сигнала, несущую частоту ω_0 , модулирующую частоту Ω , определить индекс частотной модуляции $M_{\text{ч}}$, девиацию частоты ω_d , ширину спектра ЧМ сигнала $\Pi_{\text{чм}}$.

9 14. Частотно-модулированный (ЧМ) сигнал записан в виде: $u(t)=6 \cos(9800t+10 \sin 200t)$. Определить амплитуду ЧМ сигнала U_m , максимальную $\omega_{\max}$ и минимальную $\omega_{\min}$ частоты ЧМ сигнала, несущую частоту ω_0 , модулирующую частоту Ω , определить индекс частотной модуляции $M_{\text{ч}}$, девиацию частоты ω_d , ширину спектра ЧМ сигнала $\Pi_{\text{чм}}$.

10 15. Частотно-модулированный (ЧМ) сигнал записан в виде: $u(t)=(n+2) \cos[(m+1)10^5 t+(m+n+0,1) \sin 1000t]$. Определить амплитуду ЧМ сигнала U_m , максимальную $\omega_{\max}$ и минимальную $\omega_{\min}$ частоты ЧМ сигнала, несущую частоту ω_0 , модулирующую частоту Ω , определить индекс частотной модуляции $M_{\text{ч}}$, девиацию частоты ω_d , ширину спектра ЧМ сигнала $\Pi_{\text{чм}}$.

5. Рекомендуемая литература

5.1. Основная литература.

5.1.1. Проектирование волоконно-оптических линий связи. Учебное пособие. Липская М.А., Зальцман Ю.М., Иванов А.А. - Алматы: КазАТК, 2019. - 240 с.

5.1.2. Талшықты-оптикалық байланыс жолдары. Оқу-әдістемелік құрал. Кусамбаева Н.Ш., Алматы: ҚазККА, 2018ж., -106 б.

5.1.3. Талшықты-оптикалық тарату жүйесі. Оқу құралы. Г. Бойко, А. Кшалова, В. Эйрих; ҚР Білім және ғылым министрлігі техникалық және кәсіптік білім беру ұйымдарына ұсынады.- 3-бас.толық. өңдел. - Астана: Фолиант, 2016. - 144б.- (Кәсіптікбілім).

5.1.4. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство. В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев.- 3-е изд.- М.:Вологда: Инфра-Инженерия, 2018.- 304 с

5.1.5. Волоконно-оптические линии связи: учебное пособие (лабораторный практикум) / М.А. Липская. - Алматы: КазАТК. 2012г.- 112с.

5.1.6. Иванов А.А., Оспанова Н.А., Многоканальная связь. КазАТК, ТОО "Power Print". 2020, 134 с.

5.1.7. Иванов А.А., Оспанова Н.А., Основы многоканальной связи. КазАТК, 2012, 124 с.

5.1.8. Шмытинский В.В., Глушко В.П. Многоканальная связь на железнодорожном транспорте. 2019, 464с.

5.1.9. Кузнецов В.С. Теория многоканальных широкополосных систем связи, Горячая линия-Телеком 2013 г., 200с.

5.1.10. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. «Цифровые системы передачи», М.: Горячая линия – Телком, 2017. – 352 с.

5.1.11. Теория электрической связи. Конспект лекций: В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко, О.А. Павлов, Ю.А. Распаев, В.Г. Стародубцев, И.А. Хворов / под общ. ред. В.А. Григорьева. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – с. 148

5.1.12. В.А. Григорьев Теория электрической связи. Сборник за-дач – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – с. 74.

5.1.13. Герасимов Игорь Владимирович, д.т.н., профессор, профессор кафедры САПР СПбГЭТУ «ЛЭТИ», кафедра САПР СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

5.1.14. Фокин Г.А. Принципы и технологии цифровой связи. Основы расчетов: учебное пособие. СПбГУТ. - 2014. - 151с.

5.1.15. Общая теория связи: учебное пособие / С.Н. Павликов, Е.И. Убанкин, Ю.А. Левашов; Владивостокский государственный университет экономики и сервиса. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. – 284 с.

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Оптические кабели связи. Э.Л. Портнов, М.: Горячая линия – Телеком, 2012г.

5.2.2. Талшықты-оптикалық байланыс жолдары. Оқу құралы. Кусамбаева Н.Ш., - Алматы, ҚазККА, 2018ж., -106 б.

5.2.3. Талшықты-оптикалық байланыс жолдары. Оқу құралы (зертханалық практикум). Кусамбаева Н.Ш., -Алматы, ҚазККА, 2015ж.

5.2.4. Направляющие системы электросвязи: теория передачи и влияния, проектирование, строительство и техническая эксплуатация. Учебник для вузов / Под редакцией Андреев В.А., Портнов Э.Л., Бурдин В.А., Бурдин А.В., Воронков А.А.8-е изд., перераб. и доп. Научно-техническое издательство «Горячая линия - Телеком» 2018 г. 396 стр.

5.2.5. Волоконно- оптическая техника. Практическое руководство. В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев.- 3-е изд.- М.:Вологда: Инфра-Инженерия, 2018.- 304 с.

5.2.6. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. «Цифровые и аналоговые системы передачи»- М.: Горячая линия - Телеком, 2013. - 232 с

5.2.7. Кирилов В.И. «Многоканальные системы передачи», М.: Новое знание, 2012. -750 с.

5.2.8. Тюрин В.Л. «Многоканальная связь на железнодорожном транспорте», М.: Транспорт, 2012. – 430 с.

5.2.9.Вербовецкий А.А. «Основы проектирования цифровых оптоэлектронных систем связи», М.: Радио и связь, 2012. – 158 с.

5.2.10.Убайдуллаев Р.Р. «Волоконно – оптические сети», М.: Эко-трендз, 2018 с

5.2.11. Ефанов В.И. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / В.И. Ефанов. – 3-е изд., доп. – Томск: Томск. гос.ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. - 149 с.

5.2.12. Радиотехники и связи: учебное пособие / П. П. Березовский. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017.– 212 с.

5.2.13. С.И.Баскаков. Радиотехнические цепи и сигналы. Москва, Высшая, 2012г.

5.2.14. Ричард Рид. Основы теории передачи информации. Москва, Вильямс, 2014г.

5.2.15. Панфилов И.П., Дырда В.Е. Теория электрической связи. Москва, Радио и связь, 2013 г.