

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра «Системы управления транспортной инфраструктурой»

**АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Оптические телекоммуникационные системы»**

Направление подготовки:	11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль:	Оптические системы и сети связи
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	заочная
Год начала подготовки	2020

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Оптические телекоммуникационные системы» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями самостоятельно утвержденного образовательного стандарта высшего образования (СУОС) по специальности «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и приобретение ими:

- знаний о:
  - принципах построения и функционирования цифровых волоконно-оптических систем передачи;
  - методах расчета их основных параметров и характеристик;
- умений:
  - определять структуру и выбирать тип используемого оборудования оптических цифровых телекоммуникационных систем в зависимости от предъявляемых к ним технических требований;
- навыков:
  - расчета основных параметров цифровых волоконно-оптических систем передачи.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре ОП ВО

Учебная дисциплина "Оптические телекоммуникационные системы" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПКР-1	Способность разрабатывать проекты устройств и систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта элементов, устройств и средств технологического оснащения систем обеспечения движения поездов
-------	---

## 4. Общая трудоемкость дисциплины составляет

8 зачетных единиц (288 ак. ч.).

## 5. Образовательные технологии

Образовательные технологии, используемые для реализации компетентного подхода и с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов по усмотрению преподавателя в учебном процессе могут быть использованы в различных сочетаниях активные и интерактивные формы проведения занятий, включая: Лекционные занятия. Информатизация образования обеспечивается с помощью средств новых информационных технологий - ЭВМ с соответствующим периферийным оборудованием; средства и устройства манипулирования аудиовизуальной информацией; системы машинной графики, программные комплексы (операционные системы, пакеты прикладных программ). Лабораторные занятия. Информатизация образования обеспечивается с помощью средств новых информационных технологий - ЭВМ с соответствующим периферийным оборудованием; виртуальные лабораторные работы. Практические занятия. Информатизация образования обеспечивается с помощью средств новых информационных технологий - ЭВМ с соответствующим периферийным оборудованием; системы машинной графики, программные комплексы (операционные

системы, пакеты прикладных программ). Самостоятельная работа. Дистанционное обучение - интернет-технология, которая обеспечивает студентов учебно-методическим материалом, размещенным на сайте академии, и предполагает интерактивное взаимодействие между преподавателем и студентами. Контроль самостоятельной работы. Использование тестовых заданий, размещенных в системе «Космос», что предполагает интерактивное взаимодействие между преподавателем и студентами. При изучении дисциплины используются технологии электронного обучения (информационные, интернет ресурсы, вычислительная техника) и, при необходимости, дистанционные образовательные технологии, реализуемые в основном с применением минформационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающегося и педагогических работников..

## **6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

### **РАЗДЕЛ 1**

#### **Раздел 1. Введение**

Виды и классификация ЦВОСП. Краткие сведения о Взаимоувязанной сети связи (ВСС) Российской Федерации.

Обобщенная структурная схема оптических систем передачи. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи. Приемопередатчик первичной ЦВОСП, устройство и назначение его узлов. Кодеки с линейной и нелинейной амплитудной характеристикой. Генераторное оборудование. Формирователь линейного сигнала, его структура и алгоритм работы.

### **РАЗДЕЛ 1**

#### **Раздел 1. Введение выполнение КП(1)**

### **РАЗДЕЛ 2**

#### **Раздел 2. Цифровые волоконно-оптические линейные тракты (ЦВОЛТ)**

Особенности передачи сигналов по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов. Основные характеристики передающих (ПОМ) и приемных (ПрОМ) оптических модулей, оптических усилителей. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации линейных трактов. Стыки ЦВОЛТ и цифровых каналов и трактов передачи.

### **РАЗДЕЛ 2**

#### **Раздел 2. Цифровые волоконно-оптические линейные тракты (ЦВОЛТ) работа в группе выполнение КП(1)**

### **РАЗДЕЛ 3**

#### **Раздел 3. Принципы построения ЦВОСП**

Определение понятия цикла передачи. Структура цикла передачи первичной цифровой системы передачи. Сверхцикл передачи. Способы объединения цифровых потоков. Синхронное объединение потоков, понятие о временном сдвиге, структура оборудования синхронного временного группообразования (ВГ). Асинхронное объединение потоков, понятие о временной неоднородности, одно и двухстороннее согласование скоростей передачи объединяемых потоков. Фазовые флуктуации при ВГ. Иерархический принцип построения цифровых телекоммуникационных систем передачи. Плезиохронные цифровые иерархии (ПЦИ), их особенности. Параметры цифровых трактов ПЦИ и основного цифрового канала (ОЦК), нормирование параметров.

Параметры канала ТЧ, организованного посредством цифровых систем передачи. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ), принципы формирования транспортных структур СЦИ, особенности топологии сети СЦИ, принципы синхронизации сетевых элементов СЦИ и управления сетевыми элементами. Основные параметры трактов СЦИ.

### РАЗДЕЛ 3

Раздел 3. Принципы построения ЦВОСП  
выполнение КП(1)

### РАЗДЕЛ 4

Раздел 4. Системы синхронизации ЦВОСП

Виды синхронизации в ЦВОСП. Тактовая синхронизация, работа выделителя тактовой частоты (ВТЧ), фазовые флуктуации выделенного синхросигнала, способы улучшения параметров ВТЧ. Структурные схемы устройств выделения тактовой частоты резонансным методом и устройствами с ФАПЧ. Цикловая и сверхцикловая синхронизация. Принцип скользящего поиска синхросигнала. Пути повышения быстродействия системы цикловой синхронизации применением адаптивных приемников. Особенности работы подсистем синхронизации в системах передачи высших порядков. Структура адаптивного приемника синхросигнала.

### РАЗДЕЛ 4

Раздел 4. Системы синхронизации ЦВОСП  
выполнение КП(1)

### РАЗДЕЛ 5

Раздел 5. Линейные коды ЦВОЛТ и скремблирование

Общие сведения о кодировании сигналов в цифровых системах передачи. Линейные и стыковые коды. Требования к линейным кодам в ВОСП и критерии их выбора. Типы линейных кодов и их основные параметры. Линейные коды класса 1В2В. Коды NRZ, RZ, BI-L, BI-S. DBI, CMI, EP-1, EP-2, код Миллера, их алгоритмы образования, спектральные и временные характеристики. Цифровые суммы кодов и применения текущих цифровых сумм в алгоритмах контроля ошибок на линии. Области применения различных кодов класса 1В2В. Блочные коды mBnB, принципы их формирования и возможные алгоритмы образования. Характеристики блочных кодов, используемых в высокоскоростных волоконно-оптических системах связи. Преобразования стыковых и линейных кодов в ВОСП.

Задача скремблирования и основные принципы построения скремблера. Псевдослучайные последовательности чисел и их свойства. Примитивные полиномы и генераторы псевдослучайных чисел на сдвиговых регистрах. Схемы скремблеров и дескремблеров.

### РАЗДЕЛ 5

Раздел 5. Линейные коды ЦВОЛТ и скремблирование  
работа в группе выполнение КП(1)

### РАЗДЕЛ 6

Раздел 6. Помехоустойчивость и оптимизация приема сигналов в ЦВОСП

Методические основы расчета помехоустойчивости ВОСП. Шумы фотодетекторов на pin-фотодиодах и лавинных фотодиодах. Шумы входных усилителей на биполярных и полевых транзисторах. Пороги чувствительности цифровых фотоприемных устройств. Вероятность ошибок при принятии решений в цифровых ФПУ при распределения шумов

по нормальному закону. Квантовые шумы. Вероятности ошибок при распределении числа фотоэлектронов по закону Пуассона. Расчет помехоустойчивости и чувствительности цифровой ВОСП при учете различных составляющих шумов фотоприемного устройства. Квантовый предел. Вероятности ошибок при приеме оптических сигналов с флуктуирующей интенсивностью и условно - пуассоновском распределении числа фотоэлектронов. Использование оптимальных фильтров для минимизации межсимвольной интерференции. Структурная оптимизация приема сигналов приемником с прямым фотодетектированием в цифровых ВОСП с двоичной модуляцией интенсивности. Отношение правдоподобия и оптимальные алгоритмы обработки сигналов в случае гауссовых шумов. Оптимальные алгоритмы при шумах с пуассоновской статистикой. Оптимальные алгоритмы обработки для цифровых ВОСП с сигналами равных энергий. Корреляционная обработка и линейная фильтрация в оптимальном приемнике биимпульсных сигналов в ВОСП. Примеры расчета волоконно-оптических систем связи при заданной вероятности ошибки приема.

## РАЗДЕЛ 6

Раздел 6. Помехоустойчивость и оптимизация приема сигналов в ЦВОСП  
выполнение КП(1)

## РАЗДЕЛ 7

Раздел 7. Регенерация сигналов в ЦВОЛТ

Принципы регенерации цифровых оптических сигналов. Помехи и искажения в каналах и трактах ЦВОСП. Структура линейного регенератора ЦВОЛТ. Применение оптических усилителей на участках регенерации. Помехоустойчивость линейного регенератора ЦВОЛТ при двухуровневом линейном кодировании. Оценка помехоустойчивости регенератора с использованием глаз-диаграммы. Основные рекомендации МСЭ-Т в области цифровой оптической связи. Распределение ошибок на национальных и международных участках цифровой сети, расчет удельного коэффициента ошибок. Нормирование фазовых флуктуаций. Энергетический потенциал ЦВОСП. Расчет длины участка регенерации ЦВОЛТ при ограничении затуханием и дисперсионными искажениями

## РАЗДЕЛ 7

Раздел 7. Регенерация сигналов в ЦВОЛТ  
выполнение КП(1)

## РАЗДЕЛ 8

Раздел 8. Аппаратура ЦВОСП

Аппаратура ЦВОСП для местного, внутризонового и магистрального участков сети плезиохронной иерархии. Функциональные модули аппаратуры ЦВОСП: мультиплексоры, регенераторы, коммутаторы и др. Основные узлы отечественной аппаратуры ВОСП на основе ИКМ.

Транспортная система SDH и ее элементы. Строение информационной сети. Основные информационные цифровые структуры SDH. Структура STM-N транспортных модулей. Секционные заголовки, их структура и назначение элементов. Принципы контроля ошибок передачи. Виртуальные контейнеры, ранги виртуальных контейнеров и их структура. Структура мультиплексирования в SDH. Формирование субблоков TU-n, административных блоков AUG, групп административных блоков AUG-n и транспортных модулей. Пример схемы формирования модуля STM-1. Процессы выравнивания в SDH и роль указателей в этих процессах. Сборка транспортных модулей STM-N. Примеры формирования STM-4, STM-16. Функциональные модули сетей SDH. Типы мультиплексоров, концентраторов, регенераторов и коммутаторов SDH сетей и принципы

их использования. Аппаратная реализация основных функциональных модулей и их параметры. Топология сетей SDN. Методы защиты информационных потоков. Функциональная схема когерентной ВОСП. Когерентное оптическое детектирование. Гетеродинный и гомодинный прием. Системы с амплитудной, фазовой, частотной и поляризационной манипуляцией. Типы лазеров в когерентных ВОСП, основные требования к лазерам.

## РАЗДЕЛ 8

Раздел 8. Аппаратура ЦВОСП  
выполнение КП(1)

## РАЗДЕЛ 9

допуск к экзамену  
защита КП

## РАЗДЕЛ 9

допуск к экзамену

Экзамен

Экзамен

Экзамен

Экзамен

## РАЗДЕЛ 12

Курсовой проект