

Курсовая работа по дисциплине

«ИМоделирование процессов распространения сигналов по оптическим волокнам с учетом линейных и нелинейных процессов»

1. Задание к курсовой работе (КР)

Обосновать технические решения с помощью расчетов и моделирования для проекта многоканальной волоконно-оптической системы связи (ВОСС) с технологией плотного мультиплексирования в волновой области (DWDM) с использованием различных видов модуляции и кодирования и энергетического приема. Варианты исходных данных приведены в таблице 1. Номер варианта соответствует номеру в списке группы.

В обычном варианте КР предполагается простейшее двоичное кодирование и модуляция оптических сигналов, а также использование энергетического приема. Однако, сильные студенты в рамках КР могут использовать многоуровневые форматы модуляции и когерентный прием сигналов.

Таблица 1. Исходные данные.

Вар	Длина магистрали, км	Количество каналов в одном ОВ	Скорость передачи в канале, Гбит/с	Количество DWDM систем	Формат модуляции
1	150	40	10	2	АМ
2	200	32	40	3	ФМ
3	250	24	10	4	АМ
4	300	16	40	2	ФМ
5	350	8	10	3	АМ
6	150	8	40	4	ФМ
7	200	16	10	2	АМ
8	250	24	40	3	ФМ
9	300	32	10	4	АМ
10	350	40	40	2	ФМ

2. Обобщенная структурная схема проектируемой ВОСС

На рис. 1 показана обобщенная структурная схема проектируемой ВОСС. Она состоит из двух оконечных пунктов (ОП1 и ОП2) и нескольких транзитных узлов связи. Все узлы нумеруются от 1 до М, где М - общее количество узлов, включая оконечные и транзитные. На рисунке показана одна система DWDM, которая использует для дуплексной передачи два оптических волокна (ОВ), которые обозначаются с учетом направления передачи и номера кабельного участка. В обозначениях $ОВ_{1T}$ или $ОВ_{MR}$ третий знак (1 и М) определяют номер кабельного участка. Подстрочный индекс Т и R обозначают направление передачи: слева направо - Т, справа налево - R. Общее количество каналов одной системе DWDM равно N. Транспондеры (ТР) в схеме обозначаются тремя буквами, цифрой и подстрочным индексом. Например, в названии транспондера третья буква Т означает передатчик, а R - приемник, большая цифра обозначает номер канала, а подстрочная цифра номер узла.

Рассмотрим передачу сигналов от ОП1 к ОП2. В ОП1 каналные сигналы от абонентов (с номерами от 1 до N), которые могут иметь одинаковую несущую частоту, поступают на передающие части транспондеров TRT_{11} - TRT_{N1} , где они переносятся на

свою частоту в соответствии с частотным планом Международного союза электросвязи (МСЭ). Канальные сигналы объединяются с помощью мультиплексора (MUX1), усиливаются в оптическом усилителе (ОУ1) и поступают в ОВ1_Т первого кабельного участка. Во втором транзитном узле связи многоканальный сигнал разделяется по отдельным каналам с помощью оптического демультиплексора (DMUX2). Первая часть транзитных канальных сигналов (1 и 2 канал) сразу поступает на мультиплексор MUX2 и передается дальше в сторону второго оконечного узла, а вторая часть канальных сигналов (например, N канал) выводится на приемные части транспондеров абонентов 2 транзитного узла (например, TPRN₂). Сигналы от транспондеров абонентов 2 узла (например, TRTN₂) могут передаваться в сторону ОП2 (N канал). Для выравнивания уровней канальных сигналов на входе в MUX2, устанавливают аттенюаторы (АТ) с ручной или автоматической регулировкой затухания. Вместо DMUX2 и MUX2 может использоваться один мультиплексор ввода/вывода (OADM). На выходе MUX2 установлен ОУ2, который должен восстановить ослабленный на 1 кабельном участке сигнал. Приходящий от всех узлов от 1 до M-1 многоканальный сигнал поступает на демультиплексор DMUXM и распределяется между приемными частями транспондеров TPR_I_M, где I – номер канала (от 1 до N). Аналогично происходит передача сигналов от ОП2 к ОП1.

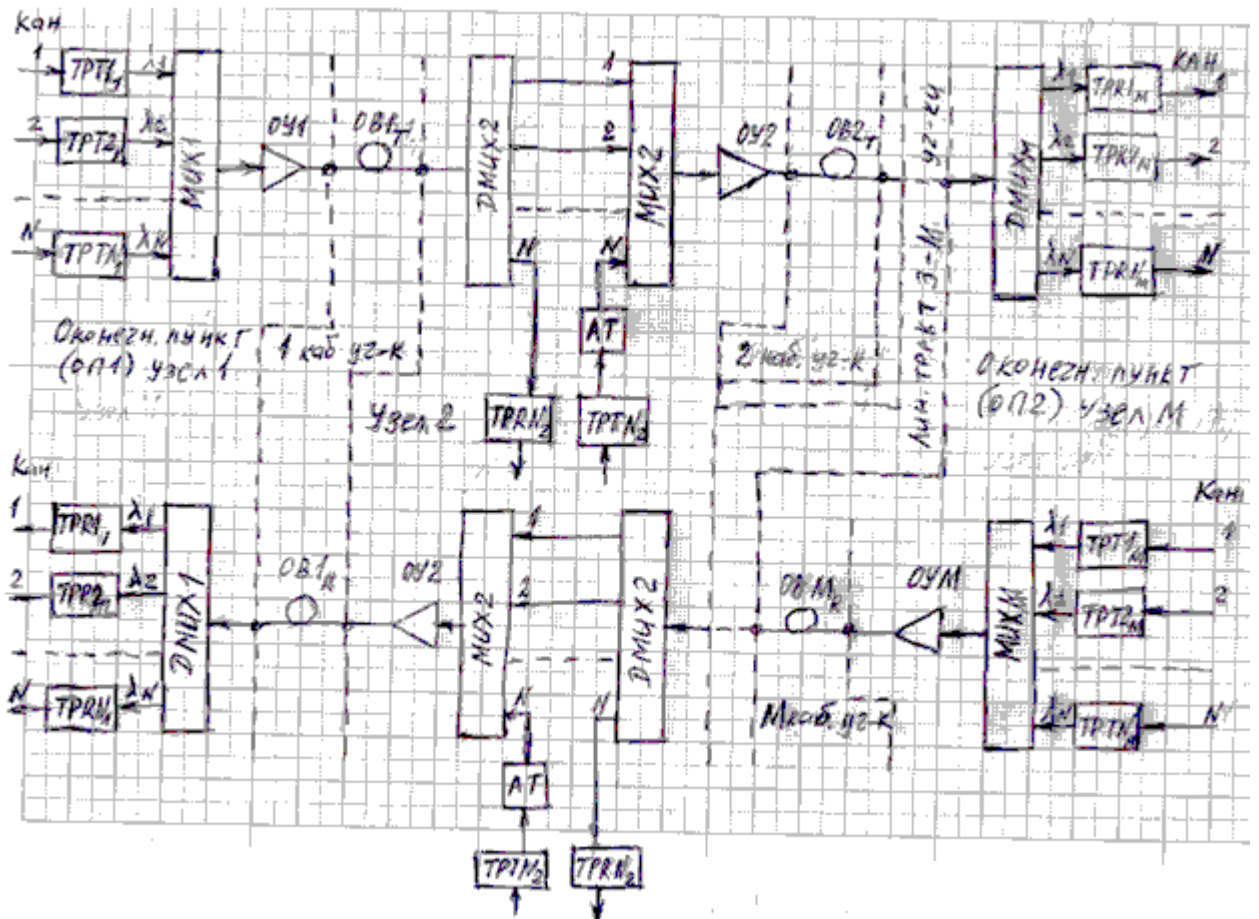


Рис. 1. Обобщенная структурная схема проектируемой ВОСС

3. Выполнение курсовой работы

3.1. Выбор основных параметров проектируемой ВОСС.

Выбор основных параметров проектируемой ВОСС основывается на исходных данных (таблица 1), основной и дополнительной литературе, на рекомендациях Международного союза электросвязи (МСЭ), а также технической информации производителей оборудования и компонентов связи, оптических волокон (ОВ) и кабелей (ОК).

В первом приближении можно считать, что частотный интервал между каналами в ГГц должен быть не менее, чем в 2 раза, больше скорости передачи в Гбит/с и должен соответствовать нормативным документам МСЭ. В данной КР интервал между несущими частотами соседних каналов может принимать значения 50 и 100 ГГц. Выберите типы терминальных мультиплексоров и мультиплексоров ввода/вывода с учетом требуемого числа каналов и частотного интервала. Приведите их параметры. Выберите несущие частоты и номера каналов в соответствии с частотным планом МСЭ. Рассчитайте частотный диапазон сигнала DWDM.

Выбранное количество ОВ в ОК должно быть достаточным для дуплексной связи заданного количества ВОСС с технологией DWDM, а также для обеспечения технологического запаса, необходимого для резервирования и повышения надежности. Желательно, чтобы выбранное количество ОВ было четным (2 на каждую систему DWDM без учета резервирования и запаса).

Выберите расстояние между узлами ВОСС равным поочередно 50 и 100 км. Определите количество транзитных узлов. Представьте свою схему организации связи, показывая терминальные узлы (оконечные пункты), транзитные узлы, расстояния между узлами и количество выводимых каналов, которое должно быть не меньше четверти общего количества каналов, передаваемых по одному ОВ. Для примера на рис. 1 показана структурная схема ВОСС с оконечными и промежуточными узлами связи.

3.2. Выбор типа ОВ.

В данной КР выбирайте стандартное ОВ для скорости передачи 10 Гбит/с и ОВ типа NZ DSF для скорости 40 Гбит/с. Приведите параметры выбранного ОВ: коэффициенты затухания, хроматической (ХД) и поляризационно-модовой (ПМД) дисперсий.

3.3. Выбор схемы канального передатчика.

В качестве источника излучения используйте одномодовый лазерный диод (ЛД) с распределенной обратной связью (DFB) или с брегговскими отражателями (DBR). Для амплитудной модуляции (АМ) можно использовать электроабсорбционный модулятор (ЭАМ) на основе эффекта Франца-Келдыша или модулятор на основе интерферометра Маха-Цендера, который также может использоваться для фазовой модуляции. Приведите параметры модулятора и ЛД. Существует возможность некоторые параметры этих и других устройств позаимствовать в информационных материалах программы OptiSystem.

3.4. Выбор схемы канального приемника.

В качестве приемника в фотоприемном устройстве (ФПУ) используйте p-i-n фотодиод (ФД). Приведите параметры ФПУ, выбранного для используемой модуляции и кодирования.

3.5. Моделирование и исследование процессов на кабельном участке.

В этом разделе проводятся основные исследования данной КР для двух типов кабельных участков длиной 50 и 100 км. Сравните качество связи при гауссовской и прямоугольной форме импульсов при АМ. Сравните также качество связи для NRZ и RZ кодирования для АМ с прямоугольными импульсами, а также для ФМ. Кроме того для ВОСС с ФМ проведите исследования для систем с модуляциями DPSR и QPSK.

Создайте схему для исследований четырехканальной (для упрощения моделирования) ВОСС в программе OptiSystem, включите в нее минимум необходимых измерительных оптических и электрических приборов. За основу схемы исследования возьмите схему рис. 2. В ней условно считается, что каналы 1-3 транзитные, а 4 канал выделяется во 2 узле.

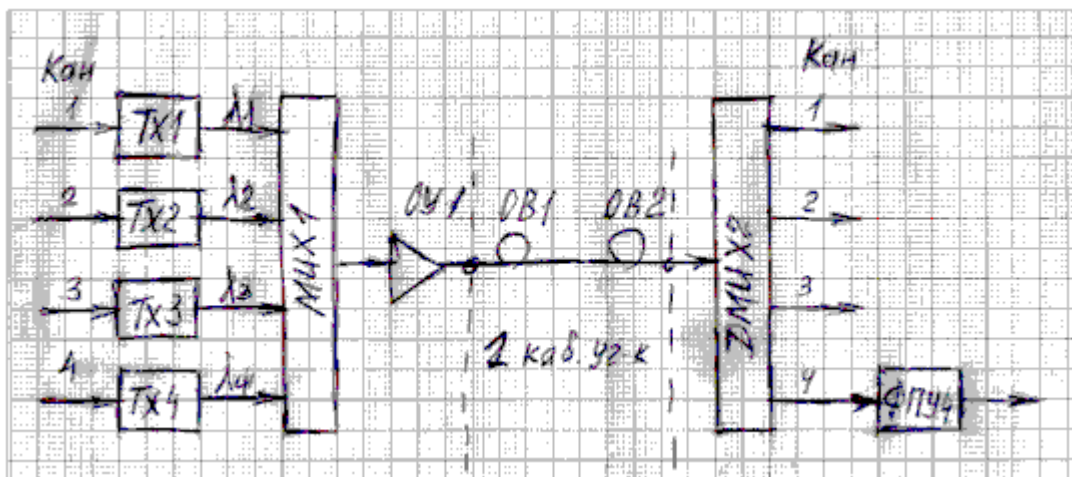


Рис. 2. Обобщенная структурная схема одного кабельного участка ВОСС

Самостоятельно спланируйте исследования. Результаты исследований представляйте в виде таблиц, графиков, глаз-диаграмм, осциллограмм и спектрограмм. Вам нужно решить вопросы компенсации ХД, использования компенсирующих ОВ, выбора параметров оптических усилителей, определение требуемой мощности ЛД, амплитудно-частотных характеристик мультиплексоров, ФПУ и т.п. В качестве критериев качества связи используйте Q-фактор (он должен быть больше 6) и коэффициент битовых ошибок.

Выберите оптимальный вариант реализации участков ВОСС с длинами 50 и 100 км по критериям простоты реализации, качеству связи, требуемым мощностям ЛД и т.п. Приведите параметры участков и графические материалы.

3.6. Моделирование и оценка качества всей ВОСС.

В этом разделе будем моделировать сигналы, проходящие транзитом от одного оконечного пункта (ОП1) до другого (ОП2). Создайте полную схему для моделирования и исследований четырехканальной (для упрощения моделирования) ВОСС в программе OptiSystem. За основу схемы исследования возьмите схему рис. 3.

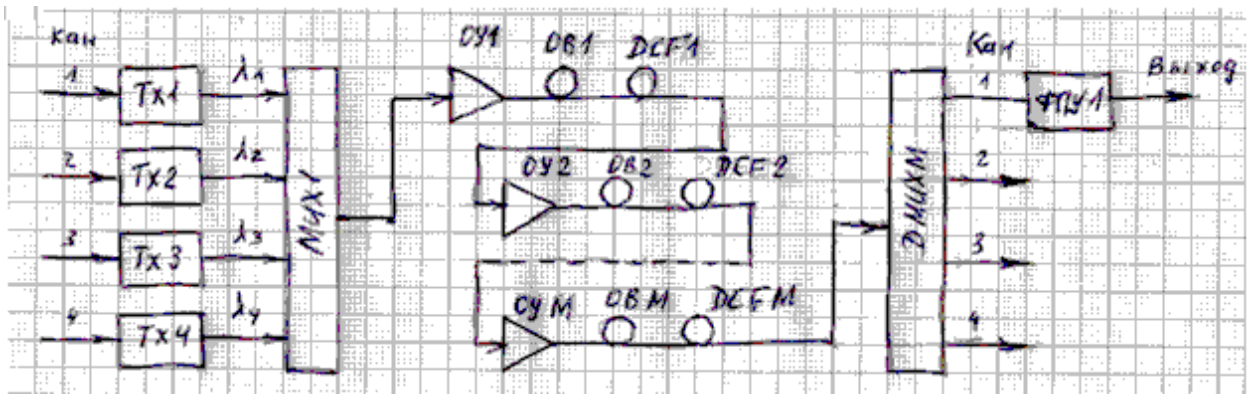


Рис. 3. Обобщенная структурная схема первого транзитного канала, сигнал которого проходит от ОП1 до ОП2 через все узлы ВОСС

Литература

1. Оптические волокна в телекоммуникациях : учебное пособие / М. С. Былина, С. Ф. Глаголев ; СПбГУТ. – СПб., 2019. – 108 с.
2. Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM системы: научное издание.- М.: Издательский дом «Наука», 2013.- 300 с.
3. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика: Пер. с англ.- М.: Мир, 1996.- 323 с., ил.