

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра линий связи и измерений в технике связи

М.В. ДАШКОВ

**ВЛИЯНИЕ ЗАТУХАНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ТРАКТА НА
КАЧЕСТВО ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА ВОСП CWDM**

Методические указания
по выполнению лабораторной работы

Самара
2017

УДК 621.39.082.5

ББК 621.391.63

Д

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ, протокол
№ 87 от 13.06.2017 г.

Рецензент:

доцент, кафедра систем связи ФГБОУ ВО ПГУТИ,
к.т.н., Трошин А.В.

Дашков, М.В.

Д Влияние затухания оптического тракта на качество передачи сигнала ВОСП CWDM: методические указания по выполнению лабораторной работы/ М.В. Дашков. – Самара: ПГУТИ, 2017. – 9 с.

В учебно-методической разработке приводится порядок выполнения исследования влияния затухания оптического тракта на качество передачи сигнала ВОСП CWDM. В результате выполнения лабораторной работы студенты получают навыки оценки качества передачи оптического сигнала, умение производить моделирование процессов в оптических сетях, исследуют спектральную зависимость коэффициента затухания оптического волокна и зависимость чувствительности фотоприемного устройства от скорости передачи информации.

Методические указания предназначены для студентов 4 курса, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика, и предназначены для проведения лабораторных занятий.

©, Дашков М.В., 2017

Цель работы: Изучение факторов затухания сигнала в оптическом тракте. Исследование спектральной зависимости коэффициента затухания оптического волокна. Исследование зависимости чувствительности фотоприемного устройства ВОСП от скорости передачи информации.

Литература

1. Андреев А.А., Бурдин, А. В.; Портнов, Э. Л.; Кочановский, Л. Н.; Попов, В. Б. Направляющие системы электросвязи. Т. 2. Проектирование, строительство и техническая эксплуатация/ ПГУТИ, Самара, 2017. - Электрон. версия печ. издания 2016 г.

2. Фокин В.Г., Ибрагимов Р.З., Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи, СибГУТИ, 2016. Эл. доступ: <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?&id=54790>

3. Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM системы. – Москва.: Издательский дом “Наука”, 2013. – 300 с.

Контрольные вопросы

1. Факторы потерь в оптическом волокне.
2. Спектральная зависимость коэффициента затухания.
3. Нормы коэффициента затухания стандартных одномодовых ОВ.
4. Энергетический потенциал ВОСП. Чувствительность фотоприемного устройства.
5. Структурная схема ВОЛП с аппаратурой спектрального уплотнения
6. Транспондер. Назначение. Преобразования сигнала в транспондере.
7. Транспондер. Основные характеристики клиентского интерфейса.
8. Транспондер. Основные характеристики интерфейса системы уплотнения.
9. Приемо-передающие модули SFP
10. Приемо-передающие модули SFP+ и XFP
11. Приемо-передающие модули QSFP+
12. Приемо-передающие модули CFP
13. Расчет суммарного затухания элементарного кабельного участка.
14. Расчет суммарного затухания оптического тракта ВОЛП с аппаратурой спектрального уплотнения

Порядок выполнения работы

1. Загрузите программное обеспечение OptiPerformer.
2. Откройте файл исследуемой схемы:
Lab_02_Receiver sensitivity_CWDM.osp

Для этого в панели управления нажмите кнопку со значком папки и в появившемся окне найдите требуемый файл.



3. Исследуемая схема приведена на рис. 1

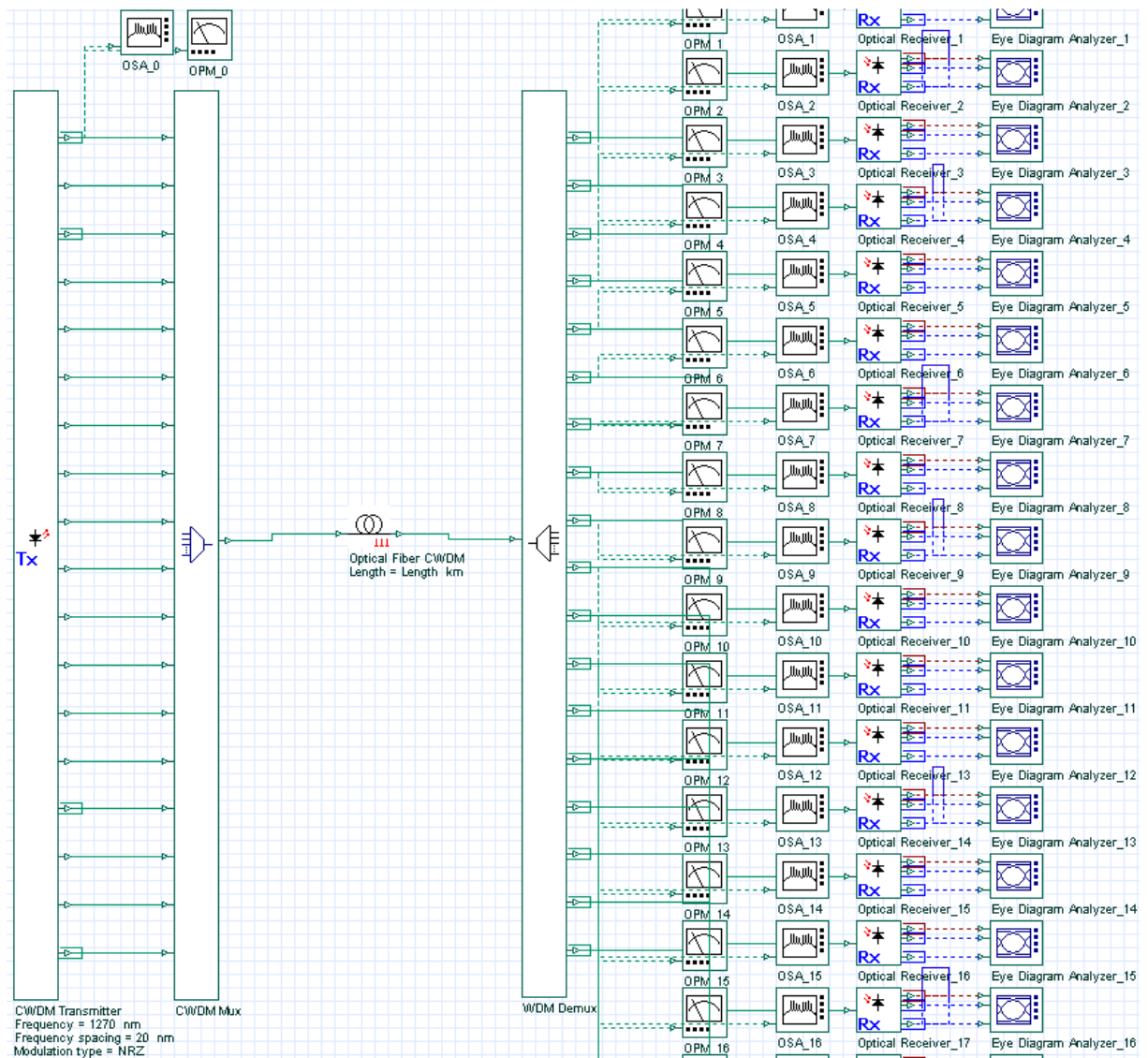







Рисунок 1 – Схема участка ВОЛП с аппаратурой CWDM




Оптические передатчики представлены модулем  CWDM Transmitter. Рабочие длины волн оптических каналов от 1270 до 1610 нм с шагом 20 нм. Первому каналу соответствует длина волны 1270 нм. В каждом оптическом канале используется формат модуляции NRZ, пиковая мощность импульса составляет 1 мВт (0 дБм).

Оптический мультиплексор CWDM Mux  объединяет оптические каналы на рабочих длинах волн в один групповой поток. Вносимое затухание устанавливается в панели Parameters в строке LossMUX.

В схеме используется оптическое волокно , соответствующее рек. G.652.D (без гидроксильного пика). Спектральная зависимость коэффициента затухания в модели заложена на основе практических измерений на ВОЛП. В данной модели не учитываются дисперсионные и нелинейные искажения.

Оптический демультиплексор CWDM Demux  на приемной стороне выделяет из группового потока оптические каналы на рабочих длинах волн. Вносимое затухание устанавливается в панели Parameters в строке LossDEMUX.

Прием оптического сигнала осуществляется с помощью фотоприемного устройства на основе pin-фотодиода .

Для оценки качества передачи сигнала используются измеритель оптической мощности , оптический анализатор спектра  и анализатор глаз-диаграммы .

4. Установка параметров моделирования производится в меню, расположенном в нижнем правом углу (см. рис. 2).

Parameter	Value
Cuda GPU	<input type="checkbox"/>
Length (km)	50
LossMUX (dB)	4
LossDEMUX (dB)	4
SignalPower (dB)	0
BitRate (bits/s)	10e+009

Рисунок 2 – Меню установки параметров исследуемой схемы

Соответствие параметров линии используемым обозначениям приведено в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Обозначение	
	Длина оптического волокна	Length
Затухание мультиплексора	LossMUX	A_{MUX}
Затухание демультиплексора	LossDEMUX	A_{DEMUX}
Мощность оптического сигнала	SignalPower	P
Скорость передачи	BitRate	B

5. Выполните исследование спектральной зависимости коэффициента затухания оптического волокна.

5.1. Выставьте следующие параметры

Таблица 2

Параметр	Значение	Ед. изм.
Length	$25+5*n$	км
LossMUX	0	дБ
LossDEMUX	0	дБ
SignalPower	0	дБм
BitRate	$10e+009$	бит/с


*n - номер бригады

При этом будет учитываться только затухание, вносимое оптическим ВОЛОКНОМ.


5.2. Запустите процесс моделирования, нажав на кнопку “Старт”



5.3. Выполните измерения средней мощности сигнала на выходе оптического передатчика.

Активируйте оптический измеритель мощности OPM_0  двойным нажатием на левую клавишу мыши. Выберите опцию SignalPower. Занесите полученное значение в таблицу 3. Мощность на выходе передатчика P_0 будет одинаковая для всех каналов.

5.4. Выполните измерения средней мощности сигнала на выходе оптического демультиплексора.

Активируйте оптический измеритель мощности OPM_N  двойным нажатием на левую клавишу мыши (здесь N – номер

исследуемого канала). Выберите опцию SignalPower. Занесите полученное значение P_L в строку, соответствующую рабочей длине волны, в таблицу 3. Выполните измерения для всех каналов.

5.5. Рассчитайте коэффициент затухания для каждого канала.

Вносимое затухание оптического тракта будет определяться формулой

$$A = P_0 - P_L, \text{ дБ}$$

Коэффициент затухания вычисляется по формуле

$$\alpha = \frac{A}{L}, \text{ дБ/км}$$

Таблица 3.

№	λ , нм	P_0 , дБм	P_L , дБм	A, дБ	L, км	α , дБ/км
1	1270					
2	1290					
...	...					
18	1610					

5.6. Постройте график зависимости коэффициента от длины волны.

6. Выполните оценку чувствительности фотоприемного устройства ВОСП CWDM.

6.1. Выставьте следующие параметры


Таблица 4

Параметр	Значение	Ед. изм.
Length	20	км
LossMUX	$3+0.2*n$	дБ
LossDEMUX	$3+0.2*n$	дБ
SignalPower	0	дБм
BitRate	$10e+009$	бит/с


*n - номер бригады

6.2. Запустите процесс моделирования, нажав на кнопку “Старт”

6.3. Выполните измерение параметров сигнала на выходе демультиплексора

Активируйте оптический измеритель мощности OPM_N  двойным нажатием на левую клавишу мыши (здесь n – номер исследуемого канала, определяемый номером бригады)

Выберите опцию SignalPower, результат измерения P_L занесите в табл. 5.

Активируйте анализатор глаз-диаграммы Eye Diagram Analyser_N  двойным нажатием на левую клавишу мыши (здесь N – номер исследуемого канала). Занесите в табл. 5 значения максимального Q-фактора и минимального коэффициента ошибок.

Аналогично выполните измерение для 15 канала на длине волны 1550 нм.

6.4. Аналогично выполните измерения для различных значений длины оптического волокна (от 20 до 80 км с шагом 10 км). Результат занесите в табл. 5.

6.5. Выполните расчет суммарного затухания оптического тракта

$$A = P_0 - P_L, \text{ дБ}$$

Таблица 5.

L, км	20	30	70	80
Номер канала ____, Длина волны _____ нм						
P_0 , дБм						
P_L , дБм						
A, дБ						
Q						
BER						
Номер канала 15, Длина волны 1550 нм						
P_0 , дБм						
P_L , дБм						
A, дБ						
Q						
BER						

6.6. Определите минимально-допустимый уровень сигнала на приеме, соответствующий коэффициенту ошибок не более 10^{-12} .

Определите максимально-допустимое значение суммарного затухания и протяженность оптического тракта.

Сравните полученные значения с результатами других бригад.

7. Выполните измерения, аналогичные п.6, для скорости передачи 1 Гбит/с

7.1. Откройте файл исследуемой схемы:

Lab_02_Receiver sensitivity_CWDM_1G.osp

7.2. Сравните полученные результаты

8. Содержание отчета:

- цели и задачи лабораторной работы
- схема моделирования
- результаты измерений и расчетов в виде таблиц
- графики зависимостей
- выводы