



## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВОЛОКОННО ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

*Киямов Рахматулло Рузиевич.*

*Касбински техникум пищевой промышленности*

[raxmatullo.kiyamov@mail.ru](mailto:raxmatullo.kiyamov@mail.ru)

*Абдужаппарова Мубарак Балтабаевна*

*Ташкентский Университет информационных технологий, PhD, dotsent*

[mubarakabd846@gmail.com](mailto:mubarakabd846@gmail.com)

**Аннотация:** *в статье пишется о методах повышение пропускной способности волоконно оптических систем передачи и о преимуществах и недостатках данных методов.*

**Abstract:** *The article describes methods for increasing the throughput of fiber optic transmission systems and the advantages and disadvantages of these methods.*

**Annotatsiya:** *Maqolada optik tolali uzatish tizimlarining imkoniyatlarini oshirish usullari va bu usullarning afzalliklari va kamchiliklari tasvirlangan.*

**Ключевые слова:** *ОМ- оптический модулятор; ИОИ- источник оптического излучения; ОР – оптический разветвитель; СОИ – стабилизатор режима работы оптического излучения; ОС – линейный оптический сигнал; СВД- схема встроенной диагностики; СУ и ОС – согласующее устройство и оптический соединитель; ОВ- оптическое волокно.*

### **Введение.**

Для исследования возможностей увеличения пропускной способности оптических систем передачи рассмотрим трех методов повышение пропускной способности волоконно- оптических линий связи.

### **Основная часть**

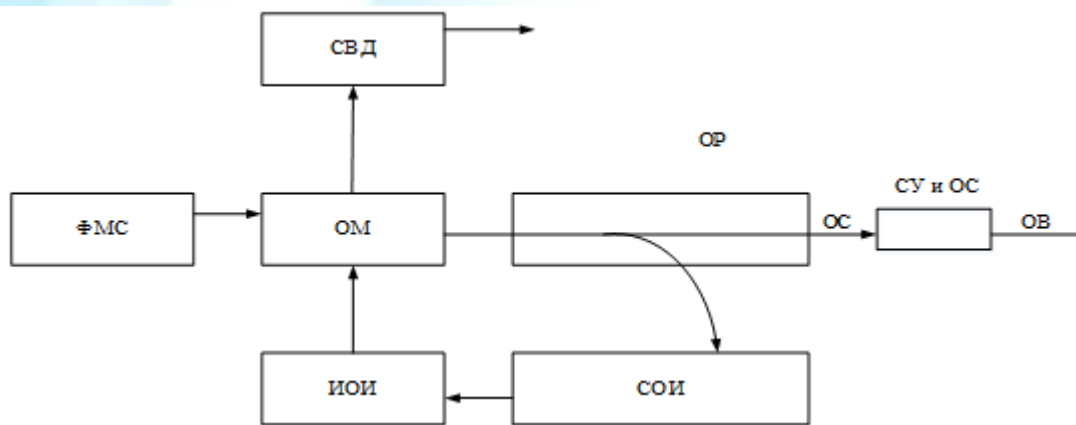


Рис. 1 Структурная схема передающего и приемного оптического модулей.

На рисунке 1 изображена схема построения приемопередающего оптического модуля, где ОМ- оптический модулятор; ИОИ- источник оптического излучения; ОР – оптический разветвитель; СОИ – стабилизатор режима работы оптического излучения; ОС – линейный оптический сигнал; СВД- схема встроенной диагностики; СУ и ОС – согласующее устройство и оптический соединитель; ОВ- оптическое волокно.

Оценку проведем на примере двух основных информационных технологий передачи цифровых сигналов по оптическому волокну, а именно: временного TDM и волнового WDM уплотнений.

Основываясь на формуле Шеннона, получаем, что информационная емкость непрерывного канала определяется следующим образом [8]:

$$V = T \cdot F \cdot D,$$

где  $T$  – время передачи информации (период дискретизации согласно теоремы Котельникова),  $F$  – широкополосность канала (величина, обратная длительности выборки сигнала);  $D = \log_2(1 + P_c / P_w)$  – динамический диапазон канала;  $(P_c / P_w) = \rho$  – соотношение мощностей сигнала (квадрата амплитуды выборки) и шума (чувствительности фотодетектора или мощности темнового тока) на входе приемника.

Для создания математической модели волоконно-оптической системы примем ряд приближений. Период дискретизации  $T$  можно принять равным периоду тактовой синхронизации (125  $\mu$ s). Широкополосность сигнала  $F$

зависит от амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) оптического усилителя (ОУ) и выбранного «окна прозрачности» ОВ и должна иметь порядок около 1 ТГц [9]. Под динамическим диапазоном  $D$  понимается количество бит информации, приходящееся на одну выборку сигнала. После квантования амплитудно-импульсного сигнала на 256 уровней и двухпозиционного кодирования, получим, например, восьмиразрядную комбинацию, в которой каждый оптический импульс будет нести следующее количество бит информации [9]:

$$(\rho \gg 1): D = (\log_2 \rho) / n,$$

где  $n$  – число разрядов в кодовом слове.

Раскрывая формулу Шеннона для оптического волокна дает возможность провести сравнительный анализ технологий оптического уплотнения  $TDM$  и  $WDM$  по количеству передаваемой информации, скорости передачи сигналов и определить, какая из технологий наилучшим образом может увеличить пропускную способность ВОСП.

Выше приведенный метод повышение пропускной способности волоконно-оптических систем передачи является эффективным, но не недостаток в том, что требуется большие расходы на покупке оборудования.

В данной работе определен более приемлемый вариант повышение пропускной способности волоконно-оптических систем передачи с применением  $Y$  разветвителей.

В цифровой связи качество передачи сигналов и номинальная длина ЭКУ определяются коэффициентом ошибок по битам ( $K_{об}$ ) на регенерационном участке, который зависит от отношения сигнал/шум ( $SNR$ ) на входе приемного устройства.

В двух волоконном режиме  $SNR_2$  определяется по формуле:

$$SNR_2 = p_{пр2} - p_{ш2} = (p_{пер} - a_{эку}) - p_{ш2},$$

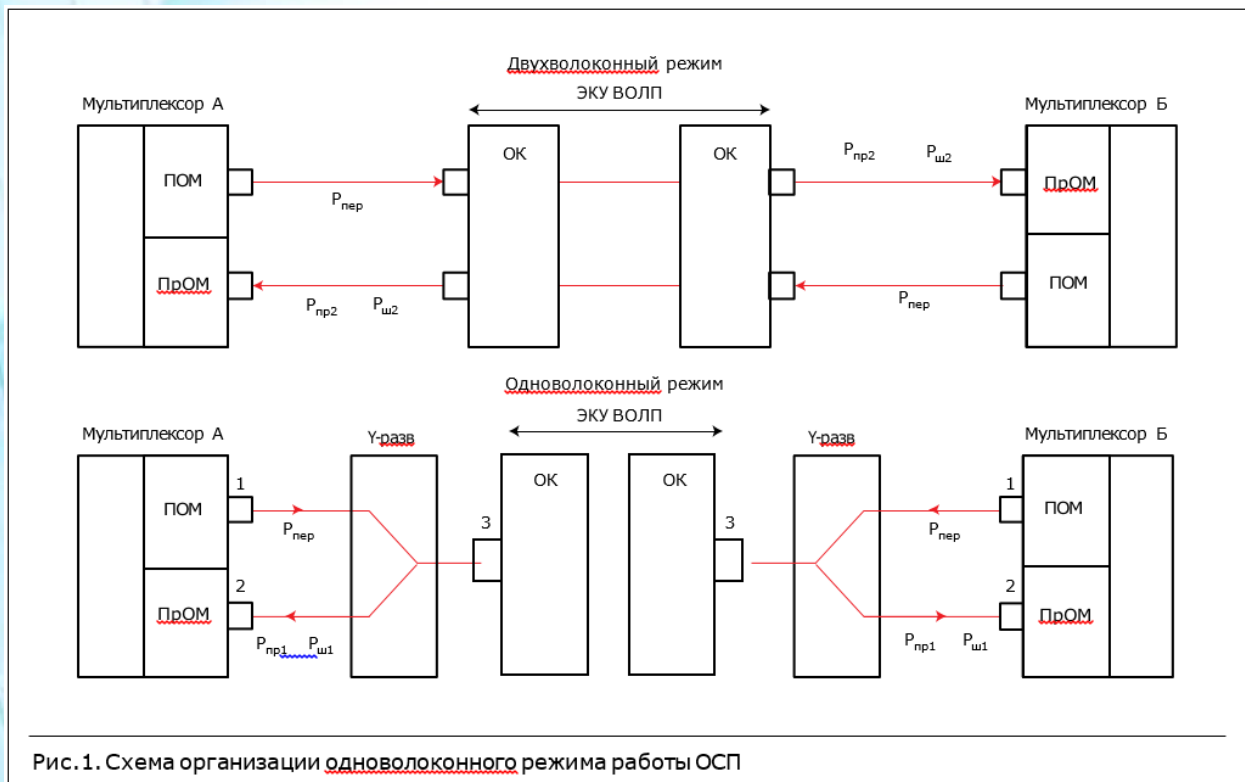
где  $p_{пер}$  – уровень передачи оптического сигнала на выходе ПОМ, дБ;  $a_{эку}$  – затухание оптического волокна на

ЭКУ, дБ;  $r_{пр2}$  – уровень приема на входе ПрОМ, дБм;  $r_{ш2}$  – уровень шумов регенерационного участка, приведенный к входу

ПрОМ, дБм.

В одно волоконном режиме появляются новые факторы, уменьшающие  $SNR_1$  по сравнению с  $SNR_2$ . Из за дополнительных потерь Y-разветвителей  $a_p$  в направлениях 1–3 и 3–2 аэку увеличивается на  $2a_p$ , соответственно уменьшается  $SNR_1$ . Величина  $a_p$  для сварных биконических Y-разветвителей с коэффициентом деления 1/2 находится в пределах 3,5–4 дБ (с учетом сварок выходных оптических вилок внутри разветвителя) [4].

Часть передаваемого оптического сигнала переходит через Y-разветвитель на вход своего ПрОМ, создавая дополнительные переходные шумы с уровнем  $r_{ш\ пер} = r_{пер} - A_{пер}$ ,



где  $A_{пер}$  – переходное затухание разветвителя, для сварных биконических Y-разветвителей, находящееся в пределах 50–55 дБ [4]. Если уровень передачи на выходе ПОМ  $r_{пер} = 0$  дБм, то

мощность переходных шумов на входе своего ПрОМ в этом случае

$$P_{\text{ш пер}} = 3,16-10 \text{ нВт.}$$

Часть передаваемого оптического сигнала из-за френелевского отражения в оптических разъемных соединениях (ОРС) оптических кроссов ЭКУ возвращается на вход ПрОМ в виде дополнительных шумов с уровнем

$$p_{\text{шф}} = p_{\text{пер}} - 2\alpha_p + RL,$$

$p_{\text{пер}} = 0$  дБм,  $2\alpha_p = 8$  дБ,  $\alpha = 0,4$  дБ/км, длина волны излучения ПОМ  $\lambda = 1,31$  мкм (такая длина наиболее часто используется на городских и сельских сетях связи), число оптических импульсов в ОВ в любой момент времени равно числу пробелов (тактовых интервалов с отсутствием импульсов):

$$n_{\text{имп}} = 0,5L/\Delta L.$$

### **Вывод.**

Результаты расчетов показали, что величина шумов от фрэлеевского рассеяния на входе ПрОМ не зависит от скорости передачи оптического сигнала, а зависит только от протяженности ОВ. Это объясняется тем фактом, что при увеличении  $V_{\text{пер}}$  уменьшается  $\Delta L$  и увеличивается число импульсов, но при этом уменьшается  $G_p$ . При  $L > 12$  км из-за затухания ОВ в прямом

и обратном направлениях дальнейшее увеличение  $P_{\text{шр}}$  настолько незначительно, что его можно не учитывать.

С учетом всех дополнительных факторов в одно волоконном режиме отношение сигнал/ шум:

$$SNR_1 = p_{pp1} - p_{ш1} = (p_{пер} - a_{эку} - 2a_p) - p_{ш1}.$$

Предложенная методика организации одно волоконного режима работы ОСП и примеры расчетов основных показателей такого режима могут быть полезны инженерно-техническому персоналу операторов связи.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Убайдуллаев, Р.Р. Волоконно-оптические сети [Текст] / Р.Р. Убайдуллаев. – М.: Эко-Трендз, 2004. –267 с.
2. Складов, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Текст]/О.К. Складов. –М.: Солон- Пресс, 2004. –261 с.
3. Стерлинг, Дональд Дж. Волоконная оптика [Текст]/Дональд Дж. Стерлинг. – М.: Лори, 1998. –288 с.
4. Мартинес-Дуарт, Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники [Текст]/ Дж.М. Мартинес- Дуарт, Р.Дж. Мартин-Палма [и др.]. –М.: Техносфера, 2007. –368 с.
1. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и перспективы. Сб. ст. под ред. С.А.Дмитриева, Н.Н.Слепова. 3-е изд., пере- раб. и доп. – М.:Техносфера, 2010.
2. [www.rustelcom.ru](http://www.rustelcom.ru). Каталоги оборудования ОАО "Первая всероссийская телефонная ком- пания".
3. Лепихов Ю.Н., Зотов А.А. Увеличение емко- сти волоконно- оптических линий передачи с использованием Y-образных оптических раз- ветвителей. – Электросвязь, 2004, №11.
4. Рождественский Ю.В. Волоконно-оптические разветвители. – Фотон-Экспресс, 2003, №4.
5. Семенов А.Б. Оптические разъемы. – Фотон- Экспресс, 2005, №7.
6. Свинцов А.Г. Рефлектометрические методы измерения параметров ВОЛС. – Фотон-Экс- пресс, 2006, №6.



- 7.Былина М.С., Кузнецова Н.С., Глаголев С.Ф., Рык О.Н. Компенсация дисперсии в оптических линейных трактах с использованием DWDM. – Фотон-Экспресс, 2009, №7.
- 8.Убайдуллаев, Р.Р. Волоконно-оптические сети [Текст] / Р.Р. Убайдуллаев. – М.: Эко-Трендз, 2004. –267 с.
- 9.Скляр, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Текст]/О.К. Скляр. –М.: Солон- Пресс, 2004. –261 с.