

12-7-2018

## ADVANTAGES AND PECULIARITIES OF USING FIBER-OPTIC COMMUNICATION LINES

Yu V. Pisetskiy

*Tashkent University of Information Technology named after Muhammad al-Khwarizmi*

S S. Dusmatov

*Tashkent state technical university named after Islam Karimov 3Fergana Polytechnic Institute*

O S. Olimova

*Fergana Polytechnic Institute*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

---

### Recommended Citation

Pisetskiy, Yu V.; Dusmatov, S S.; and Olimova, O S. (2018) "ADVANTAGES AND PECULIARITIES OF USING FIBER-OPTIC COMMUNICATION LINES," *Scientific-technical journal*: Vol. 1 : Iss. 4 , Article 8.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol1/iss4/8>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

**ADVANTAGES AND PECULIARITIES OF USING FIBER-OPTIC COMMUNICATION LINES**

<sup>1</sup>Yu.V. Pisetskiy, <sup>2</sup>S.S. Dusmatov, <sup>3</sup>O.S. Olimova

<sup>1</sup>Tashkent University of Information Technology named after Muhammad al-Khwarizmi,

<sup>2</sup>Tashkent state technical university named after Islam Karimov

<sup>3</sup>Fergana Polytechnic Institute

**ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ**

<sup>1</sup>Ю.В. Писецкий, <sup>2</sup>С.С. Дусматов, <sup>3</sup>О.С. Олимова

<sup>1</sup> Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хоразмий

<sup>2</sup>Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,

<sup>3</sup>Ферганский политехнический институт

**ОПТИК ТОЛАЛИ АЛОҚА ЛИНИЯЛАРИДАН ФЙДАЛАНИШНИНГ АФЗАЛЛИКЛАРИ ВА ХУСУСИЯТЛАРИ**

<sup>1</sup>Ю.В. Писецкий, <sup>2</sup>С.С. Дусматов, <sup>3</sup>О.С. Олимова

<sup>1</sup>Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Фарғона филиали

<sup>2</sup>Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети

<sup>3</sup>Фарғона полтехника институти

**Abstract.** *This article describes the main benefits of fiber-optic communication lines to the cable lines, wired and wireless channel. Quantitative parameters of fiber-optic communication lines. A simplified model of a fiber-optic communication lines and structure of the optical fiber. Also considered types of optical fibers.*

**Keywords:** optical fiber, fiber-optic communication line (FOCL), optical frequency, data flow, fiber capacity, transmission speed, noise level, information-bandwidth single-mode step-fiber multimode fiber.

**Аннотация.** *В данной статье рассмотрены основные преимущества волоконно-оптических линий связи перед кабельными линиями и радиоканалом. Приведены количественные параметры волоконно-оптических линий связи. Показана упрощенная модель волоконно-оптических линий связи и строение самого оптического волокна. Также рассмотрены типы оптического волокна.*

**Ключевые слова:** оптические волокна, волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС), оптические частоты, поток информации, емкость волокна, скорость передачи, уровень шумов, информационно-пропускная способность, одномодовое ступенчатое волокно, многомодовые волокна.

**Аннотация.** *Ушбу мақолада оптик толали алоқа линияларининг симли ва симсиз каналлардан афзаллик томонлари кўрасатилган. Оптик толали алоқа линияларининг тузилиши ва содаллаштирилган модели келтирилган. Бундан ташқари оптик толалар турлари ҳам кўриб чиқилган.*

**Таянч сўзлар:** оптик толалар, оптик толали алоқа линиялари (ОТАЛ), оптик частоталар, маълумотлар оқими, тола сифими, узатиш тезлиги, ташқи таъсирлар даражаси, маълумот узатиш қобилияти, single-mode ва multimode толалар.

## ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Стремительное увеличение информационных потоков в современном обществе требует создания быстродействующих систем сбора, передачи и обработки информации. Одним из способов решения этой проблемы является повышение несущей частоты сигнала вплоть до перехода в оптический диапазон. Действительно, в соответствии с теоремой Котельникова скорость передачи информации пропорциональна частоте несущей. Оптические частоты  $10^{13}$ – $10^{14}$  Гц позволяют передавать сигналы с шириной полосы пропускания до  $10^{12}$  Гц, что в  $10^3$ – $10^4$  раз больше, чем в радио- и телевизионных системах. Это позволяет увеличить информационно-пропускную способность в импульсной и цифровой форме. Кроме того, оптические системы имеют преимущества по дальности передачи, помехоустойчивости, электромагнитной совместимости, закрытости канала.

Волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) – это вид системы передачи, при котором информация передается по оптическим диэлектрическим волноводам, известным под названием "оптическое волокно".

ВОЛС – это информационная сеть, связующими элементами между узлами которой являются волоконно-оптические кабели. Технологии ВОЛС помимо вопросов волоконной оптики охватывают также вопросы, касающиеся электронного передающего оборудования, его стандартизации, протоколов передачи, вопросы топологии сети и общие вопросы построения сетей.

ВОЛС в основном используются при построении объектов, в которых монтаж кабеля должен объединить многоэтажное здание или здание большой протяженности, а также при объединении нескольких зданий расположенных на определенном расстоянии друг от друга.

Передача информации по ВОЛС имеет целый ряд достоинств перед передачей по медному кабелю. Стремительное внедрение в информационные сети ВОЛС является следствием преимуществ, вытекающих из особенностей распространения сигнала в оптическом волокне. Если сопоставить его полосу пропускания и емкость канала связи, считая, что 1 бит/с соответствует 1 герцу полосы, то можно прийти к выводу, что емкость такого канала близка к бесконечности. Фактически, весь используемый радиочастотный спектр (считаем, что он укладывается в полосу 3 кГц — 200 ГГц) может быть передан по одному волокну.

Также, широкая полоса пропускания данных обусловлена чрезвычайно высокой частотой несущей частоты, свыше 1 ГГц. Это дает потенциальную возможность передачи по одному оптическому волокну потока информации в несколько терабит в секунду. Большая полоса пропускания это одно из наиболее важных преимуществ оптического волокна над медной или любой другой средой передачи информации.

Малое затухание светового сигнала в волокне. Выпускаемое в настоящее время отечественными и зарубежными производителями промышленное оптическое волокно имеет затухание 0,2–0,3 дБ на длине волны 1,55 мкм в расчете на один километр. Малое затухание и небольшая дисперсия позволяют строить участки линий без ретрансляции протяженностью до 100 км и более.

Низкий уровень шумов в волоконно-оптическом кабеле позволяет увеличить полосу пропускания, путем передачи различной модуляции сигналов с малой избыточностью кода.

Поскольку волокно изготовлено из диэлектрического материала, оно невосприимчиво к электромагнитным помехам со стороны окружающих медных кабельных систем и электрического оборудования, способного индуцировать электромагнитное излучение (линии электропередачи, электродвигательные установки и т.д.). В многоволоконных кабелях также не возникает проблем перекрестного влияния электромагнитного излучения, присущего многопарным медным кабелям.

Еще одним немаловажным преимуществом оптического волокна - это хорошая вписываемость в схему цифровой передачи. Например, передача по коаксиальному кабелю и паре проводов требует значительно больше повторителей (регенераторов) на условную

**ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES**

единицу длины, чем, если бы она велась по оптическому волокну. Это соотношение колеблется от 20:1 до 100:1. В результате, накопленный джиттер (дрожание фазы фронтов импульсов) при передаче по оптоволокну значительно меньше, чем при передаче по медным проводам. Это происходит потому, что накопленный систематический джиттер является функцией числа последовательно включенных повторителей.

При современной технологии емкость волокна (эквивалентная битовой скорости) может достигать 10 Гбит/с в расчете на один битовый поток. Используя при этом технологию волнового мультиплексирования можно пропустить по одному волокну не менее 80 таких потоков. Простое умножение дает нам цифру эквивалентной емкости 800 Гбит/с. В последнее время один битовый поток может переносить уже 40 Гбит/с. Значит то же умножение 80, но на 40, дает нам цифру эквивалентной емкости 3,2 Тбит/с на одно волокно. Предположим, что волоконно-оптический кабель имеет 24 волокна, из которых 4 резервных. Тогда оставшиеся 20 позволяют организовать 10 симметричных полнодуплексных (двунаправленных) канала. Таким образом, при емкости 3,2 Тбит/с на волокно, получаем общую емкость ВОК в 32 Тбит/с. Эта емкость могла бы удовлетворить на некоторое время предъявляемые в настоящее время требования по емкости канала связи.

При самой сложной технике кодирования (упаковки) и использовании 18 ГГц несущей в полосе 40 МГц, можно передать в настоящее время поток в 655 Мбит/с.

Если допустить передачу по 10 таким несущим в одну и в другую стороны, то общая транспортная емкость такой системы будет равна 6 Гбит/с, что составит всего 1/500 емкости, передаваемой по одному волоконно-оптическому кабелю. При этом, конечно, волоконно-оптическая система передачи (ВОСП), использующая современные методы, не использует аналогичную технику упаковки бит. На рис.1 представлена простая модель ВОСП, из которой видно, что ВОСП аналогична радиосистемам или беспроводным системам передачи.

Необходимо отметить, что тип используемых волокон влияет на параметры волоконно-оптических линий связи. Поэтому при проектировании линии необходимо учитывать тип волоконно-оптического кабеля.

Оптические волокна могут быть одномодовыми и многомодовыми. Диаметр сердцевины одномодовых волокон составляет от 7 до 10 микрон. Благодаря малому диаметру достигается передача по волокну лишь одной моды электромагнитного излучения, за счёт чего исключается влияние дисперсионных искажений. В настоящее время практически все производимые волокна являются одномодовыми.

Существует три основных типа одномодовых волокон:

Одномодовое ступенчатое волокно с несмещённой дисперсией (англ. SMF – Step Index Single Mode Fiber), определяется рекомендацией ITU–T G.652 и применяется в большинстве оптических систем связи.

Одномодовое волокно со смещённой дисперсией (англ. DSF – Dispersion Shifted Single Mode Fiber), определяется рекомендацией ITU–T G.653. В волокнах DSF с помощью примесей



Рис.1. Упрощенная модель ВОСП.

## ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

область нулевой дисперсии смещена в третье окно прозрачности, в котором наблюдается минимальное затухание.

Одномодовое волокно с ненулевой смещённой дисперсией (англ. NZDSF – Non-Zero Dispersion Shifted Single Mode Fiber), определяется рекомендацией ITU-T G.655.

Многомодовые волокна отличаются от одномодовых диаметром сердцевин, которая составляет 50 микрон в европейском стандарте и 62,5 микрон в североамериканском и японском стандартах. Из-за большого диаметра сердцевин по многомодовому волокну распространяется несколько мод излучения – каждая под своим углом, из-за чего импульс света испытывает дисперсионные искажения и из прямоугольной формы превращается в колоколоподобную.

Многомодовые волокна подразделяются на ступенчатые и градиентные волокна. В ступенчатых волокнах показатель преломления от оболочки к сердцевине изменяется скачкообразно. В градиентных волокнах это изменение происходит иначе – показатель преломления сердцевин плавно возрастает от края к центру. Это приводит к явлению рефракции в сердцевине, благодаря чему снижается влияние дисперсии на искажение оптического импульса. Профиль показателя преломления градиентного волокна может быть параболическим, треугольным, ломаным и т.д.

Оптическое волокно состоит из стеклянной трубки, составленной из нескольких слоев стекла, которые при рассмотрении в поперечном срезе выглядят как концентрические круги. Каждый слой (или кольцо) стекла имеет свой показатель преломления. Из предыдущего обсуждения можно видеть, что для того, чтобы отправить свет вдаль центра этих концентрических стеклянных труб, необходимо, чтобы имело место полное внутреннее отражение. Оно проведет свет через волокно. Для достижения полного внутреннего отражения внешние слои стекла должны иметь меньшие показатели преломления, чем у внутреннего стеклянного стержня, по которому проходит свет. На рис. 2 показано строение типичного оптического волокна. Диаметры оболочки и покрытия, показанные на рисунке, приняты в качестве стандартных для большинства используемых в мире волокон, а диаметр сердечника и показатели преломления различаются в зависимости от вида волокна.

Таким образом, использование позволяет увеличить информационно-пропускную способность в импульсной и цифровой форме. Кроме того, оптические системы имеют преимущества перед кабельными и радиосистемами по дальности передачи без дополнительных ретрансляторов, позволяют передавать сигналы с шириной полосы пропускания до  $10^{12}$  Гц, значительную помехоустойчивость, и электромагнитную совместимость, а также закрытость канала.

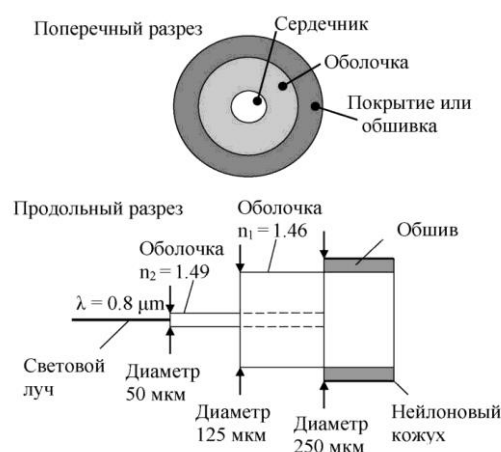


Рис. 1.3. Строение оптического волокна.

### Список литературы

- [1] Д.В. Иоргачев, О.В. Бондаренко. Волоконно-оптические кабели и линии связи. - М.: Эко-Трендз, 2002.
- [2] Слепов О.К. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. –М.: Радио и связь, 2003-468 с.
- [3] Гауэр Дж. Оптические системы связи. - М.: Радио и связь, 1989.
- [4] Мурадян А.Г. Современные волоконно-оптические системы передачи// Вестник связи.-1988.-№8.-с.40-43.