

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ

Буриев Улаш

<https://orcid.org/0009-0003-7408-7348>

ассистент кафедры

«Радиотехнические устройства и системы»

Ташкентского государственного технического

Университета имени Ислама Каримова

Ниматов Самад Жайсанович

ORCID*: 0000-0001-7005-1717

доцент кафедры «Электротехника»

Ташкентского государственного технического

Университета имени Ислама Каримова

Зарипов Одилжон Олимжонович

ORCID*: 0009-0001-4124-8753.

доцент кафедры «Электротехника»

Ташкентского государственного технического

Университета имени Ислама Каримова

Хуррамов Уткир Жумаевич

Мастер филиала Мирзо Улугбекского района

государственного унитарного предприятия «Ташкент шаҳар Нур»

главного управления жилищно-коммунального

обслуживания города Ташкента.

Азизов Азиз

Руководитель филиале Мирзо Улугбекского района

государственного унитарного предприятия «Ташкент шаҳар Нур»

главного управления жилищно-коммунального

обслуживания города Ташкента.

Аннотация: Рассмотрены вопросы создания и развития сетей связи с комплексным использованием цифровых волоконно-оптических средств передачи и обработки информации (ВОСП) с преимущественным обеспечением автоматической коммутации. Проведён анализ состояния и направлений развития сетей связи на сегодняшний день и показана актуальность проблемы разработки перспективных средств волоконно-оптической связи на основе применения новой компонентной базы и с использованием информационных технологий, оптимизированных с учетом характеристик новых компонентов и узлов.

Ключевые слова: Волоконно-оптический кабель, оптический коммутатор, автоматическая коммутация, модуляция, фотодиод.

Annotatsiya: Axborotni uzatish va qayta ishlashning raqamli tolali-optik vositalaridan (TOUV) kompleks foydalangan holda avtomatik kommutatsiyani ta'minlagan holda aloqa tarmoqlarini yaratish va rivojlantirish masalalari ko'rib chiqilgan. Bugungi kunda aloqa tarmoqlarining holati va rivojlanish yo'nalishlari tahlil qilniib, yangi komponentlar bazasini va xususiyatlarini hisobga olgan holda optimallashtirilgan axborot texnologiyalaridan foydalanish asosida optik tolali aloqaning istiqbolli vositalarini rivojlantirish muammosining dolzarbligi ko'satilgan.

Kalit so'zlar: Optik tolali kabel, optik kommutator, avtomatik kommutatsiya, modulyatsiya, fotodiod.

Abstract: The issues of creation and development of communication networks with the integrated use of digital fiber-optic means of information transmission and processing (FOSP) with the predominant provision of automatic switching are considered. An analysis of the state and directions of development of communication networks today is carried out and the relevance of the problem of developing promising means of fiber-optic communication based on the use of a new component base and using information technologies optimized taking into account the characteristics of new components and units is shown.

Key words: Fiber optic cable, optical switch, automatic switching, modulation, photodiode.

В современных условиях устойчивое функционирование систем передачи информации достигается высокой готовностью и пропускной способностью системы (линии) связи. Тенденция развития номенклатуры основных услуг сетей связи в мире и требуемые для их реализации скорости передачи показывают необходимость значительного повышения их пропускной способности. В этой связи создание и развитие сетей связи предполагает комплексное использование цифровых волоконно-оптических средств передачи и обработки информации (ВОСП) с преимущественным обеспечением автоматической коммутации. Анализ основных направлений развития цифровых сетей связи для нужд государственного управления, обороны, безопасности государства и обеспечения правопорядка показал, что в таких сетях не в полной мере учтены возможности, которые открываются при внедрении ВОСП и достижений в сфере новых технологий и разработок. В современных ВОСП в основном применяется модуляция оптической несущей по интенсивности. В этом случае их пропускные способности относительно малы, неэффективно используется спектральная полоса окна

прозрачности одномодового оптического волокна. При этом, установленные в них ретрансляционные пункты регенеративного типа с преобразованием оптических сигналов в электрические, затрудняет создание прозрачных оптических трактов. Недостаточно используются научные и технологические достижения в области фотонных коммутаторов, интегральной оптики и фотонных интегральных цепей. Анализ состояния и направлений развития сетей связи на сегодняшний день ставит проблему разработки перспективных средств волоконно-оптической связи на основе применения новой компонентной базы и с использованием информационных технологий, оптимизированных с учетом характеристик новых компонентов и узлов.

Указанная проблема находится в числе первоочередных задач совершенствования системы связи, а их решение позволит значительно повысить эффективность функционирования систем связи по большинству их составляющих в различных условиях применения. Дальнейшее развитие волоконно-оптической связи видится в создании полностью оптических фотонных сетей и линий связи (рисунок 1).

В подобных системах все процессы передачи, приема, обработки и коммутации сигналов будут происходить на чисто фотонном уровне, без применения электронных устройств на основе электронных процессов.

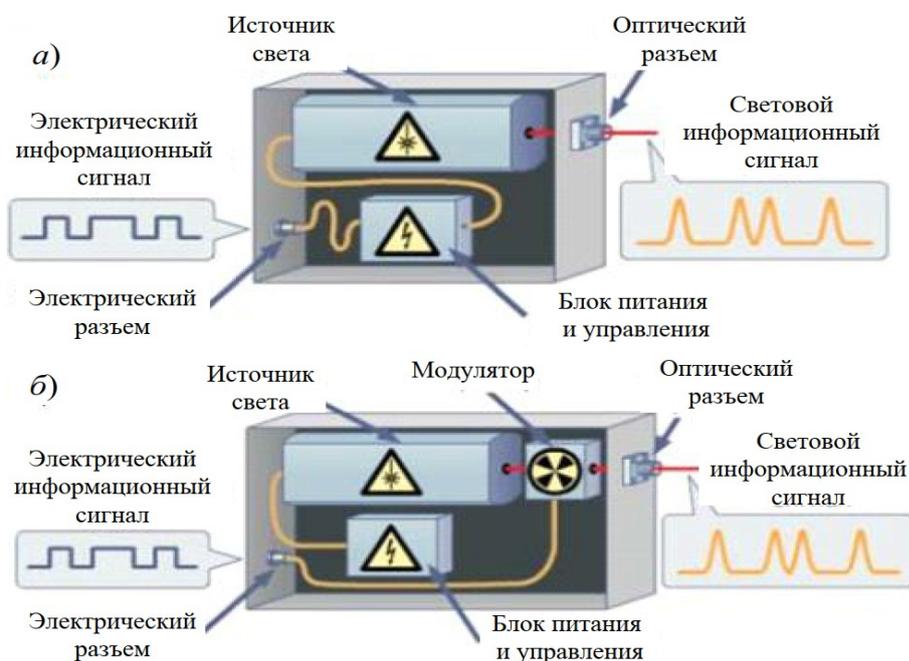


Рис.1. Схема оптического передатчика светового информационного сигнала: а-с прямой и б-внешней модуляцией.

Для этого разрабатываются такие фотонные устройства, как коммутаторы с оптическим управлением, усилители с дистанционным оптическим питанием, генераторы оптических импульсов с заданными параметрами и ряд пассивных оптических элементов: оптические ответвители и разветвители, оптические вентили (изоляторы), компенсаторы хроматической дисперсии, оптические фильтры, поляризаторы и циркуляторы, устройства вставки/выделения каналов, а также мультиплексоры/демультиплексоры.

Для передачи информации применяют оптическое волоконно-диэлектрическая направляющая среда, предназначенная для распространения электромагнитных волн оптического и инфракрасного диапазонов. Оптическое волокно коаксиальной конструкции и состоит из сердцевины, оболочки и первичного акрилатного покрытия и характеризуется профилем показателя преломления.

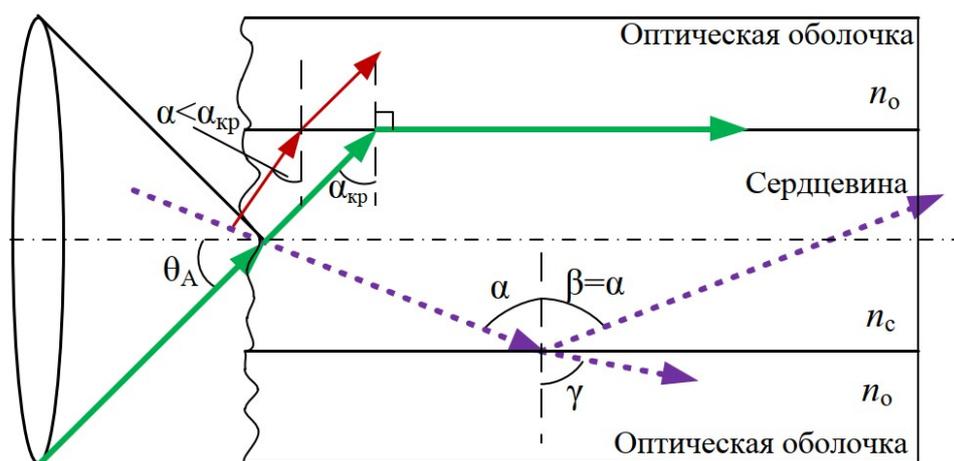


Рис.2. Принцип работы волоконно-оптической линии передачи сигнала основанной на прохождении оптической волны через границу раздела двух сред.

При падении луча света на границу раздела двух сред с разными свойствами в общем случае появляются эффекты отражения и преломления волны. Среда, у которой показатель преломления больше, называется оптически более плотной, а вторая-менее плотной. В соответствии с законом Снеллиуса углы падения α , отражения β и преломления γ (рисунок 2) связаны следующими соотношениями:

- закон отражения – $\alpha = \beta$;
- закон преломления – $n_c \sin \alpha = n_o \sin \gamma$.

Если луч переходит из оптически более плотной среды в менее плотную $n_c > n_o$, то $\gamma > \alpha$. Путем увеличения угла падения можно достичь состояния, при котором преломленный луч будет скользить по границе раздела сред, не переходя в другую среду.

Продолжаются интенсивные исследования по созданию оптических бистабильных устройств и оптических процессоров на их основе. Широкое внедрение ВОСП различного уровня стимулировало появление новых архитектур и методов маршрутизации сетей связи с коммутацией оптических информационных потоков. Непрерывный рост потребностей в новых видах услуг связи при параллельном увеличении числа абонентов требует не только увеличения скорости и объема передаваемой информации, но и значительного повышения быстродействия оптических коммутационных устройств и создания новых коммутационных технологий. Указанная задача технически успешно решается на основе физических принципов, использующих квантово-оптические, электрооптические, магнитооптические, акустооптические и другие явления, происходящие в соответствующих полупроводниковых и оптических структурах. Совершенствуются и создаются новые типы всех элементов и устройств, на основе которых строятся современные ВОСП и оптические сети связи: разработаны новые типы одномодовых оптических волокон (TRUEWAVE, ALLWAVE, LEAF и др.), оптических соединителей, волоконно-оптических пассивных элементов, излучателей и фотоприемников, а также оптических усилителей.

Скорость и пропускная способность ВОСП определяются возможностями оптических волноводов, быстродействием элементной базы электроники и оптоэлектроники. Совершенствование элементной базы зависит от уровня развития технологии производства и от успехов в создании новых материалов с улучшенными электрофизическими параметрами.

Быстродействие элементной базы электроники определяется временем пролета электрона, следовательно, его скоростью и длиной затвора транзистора. Поэтому максимальная рабочая частота устройств обработки и передачи информации зависит от электронных характеристик материала и геометрических размеров микроэлементов.

С уменьшением геометрических размеров электронных приборов точность их изготовления должна увеличиваться. Однако существуют технологические пределы, связанные с разбросом параметров, энергопотреблением и тепловыделением, а также допустимые физические пределы уменьшения размеров. Для дальнейшего повышения скорости

передачи и быстродействия электронных устройств, требуется переход на низкоразмерные структуры. В настоящее время наиболее перспективными являются низкоразмерные изотопические структуры, где имеет место чередование слоев из различных изотопов одного и того же вещества.

Преимущество таких наноструктур заключается в том, что исходные вещества (собственные изотопы химического элемента) близки по химическому составу (одинаковая электронная оболочка) и значениям постоянной кристаллической решетки. В то же время изотопы различны по физическим оптоэлектронным характеристикам (разные ширина запрещенной зоны, спины ядер, коэффициенты преломления, поглощения и т.д.). Это позволяет создавать пространственные ограничения для носителей заряда без посторонних химических элементов, ухудшающих оптоэлектронные характеристики материала. При этом получаемые «гетеропереходы» не будут вызывать напряжения кристаллической решетки, и влиять на волновые функции свободных носителей заряда.

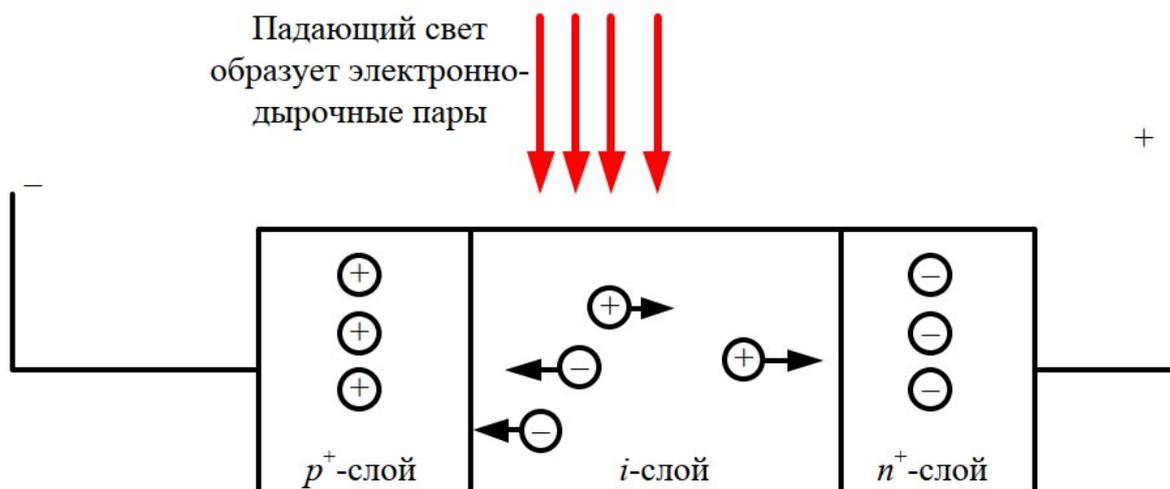


Рис.3. Схема полупроводниковой структуры р-і-п-фотодиода.

Электрический сигнал в виде, удобном для передачи по оптическому каналу, поступает на вход оптического передатчика (). Оптический передатчик осуществляет модуляцию оптического излучения электрическим информационным сигналом. Генерация оптического излучения осуществляется излучателем на основе лазерного или светоизлучающего диода со встроенной схемой управления и стабилизации оптической мощности. Это излучение вводится в оптическое волокно (ОВ) волоконно-

оптического тракта передачи (ВОТ). ВОТ служит для передачи оптического сигнала источника к удаленному приемнику. Пришедший сигнал поступает на фотоприемное устройство (ФПУ), которое обычно включает фотодетектор (р-і-п диод или лавинный фотодиод) (рисунок 3), каскад предварительного усиления и пороговое устройство (компаратор).

Далее уже электрический сигнал поступает либо на вход декодирующего устройства, либо непосредственно на тот или иной окончательный исполнительный узел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы : сб. статей / под ред. С. А. Дмитриева, Н. Н. Слепова. – М. : Техносфера, 2010. – 607 с.
2. Листвин, А. В. Оптические волокна для линий связи / А. В. Листвин, В. Н. Листвин, Д. В. Швырков. – М. : Лесар-арт, 2003. – 288 с.
3. Убайдуллаев, Р. Р. Волоконно-оптические сети / Р. Р. Убайдуллаев. – М. : Эко-Трендз, 2000. – 267 с.
4. Пассивные оптические сети. Правила проектирования и монтажа : ТКП 300 –2011 (02140). – Введ. 05.05.2011. – Минск: Министерство связи и информатизации Республики Беларусь.
5. Основные понятия и области применения ВОЛС [Электронный ресурс]//ООО «Спектр» - ВОЛС: 2012. – Режим доступа: <http://www.spektr-svyaz.ru/index/0-2>
6. Иоргачев, Д. В. Волоконно-оптические кабели и линии связи / Д. В. Иоргачев, О. В. Бондаренко. – М. : Эко-Трендз, 2002. – 283 с.