

**ВОЛНОВОДНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

*Абдугафур Хотамов*

*Доцент Самаркандского филиала ТАТУ  
имени Мухаммада аль-Хорезми*

*Дилноза Насриддинова*

*Магистр Самаркандского филиала ТАТУ  
имени Мухаммада аль-Хорезми*

**Аннотация**

В настоящее время развитие методов и средств оптической обработки информации идет по пути создания специализированных аналоговых оптических вычислительных устройств для решения достаточно широкого круга прикладных задач. Интерес к оптическим методам обработки информации обусловлен исключительно высокой информационной емкостью светового поля как переносчика информации, высокой скоростью распространения оптических сигналов и сравнительной легкостью осуществления целого ряда интегральных операций над двумерными массивами информации. Так, например, в когерентной оптике легко реализуются следующие математические операции над комплексными функциями двух переменных: умножение и деление, сложение и вычитание, интегрирование и дифференцирование, вычисление свертки и корреляции, преобразование Фурье, преобразование Гильберта, преобразование Френеля и ряд других. Можно показать, что даже с помощью только двух базовых операций умножения и преобразования Фурье можно выполнить целую серию других (сложение и вычитание, дифференцирование, интегрирование с весом, свертка, изменение масштаба аргумента функции, восстановление функции из ее спектральной плотности и др.).

**Ключевые слова:** Валентная зона, когерентной оптика, интенсивность оптического излучения, Гетеродинный прием, фото детектирования.

**1. Введение**

Широкое применение данного вида модуляции объясняется тем, что этот вид модуляции в широком диапазоне частот выполняется простыми техническими средствами для использования в оптических передатчиках – полупроводниковых (п/п) источниках излучения (светодиоды и лазерных диоды). Для управления интенсивностью излучения п/п источника достаточно изменять ток накачки (ток инжекции) в соответствии с модулирующим сигналом.

Методы приема оптического сигнала подразделяются на методы прямого фото детектирования (некогерентный прием и энергетический прием) и на методы фото смещения (когерентный прием, гетеродинный и гомодонтный прием и т.д.).

Гетеродинный прием значительно сложнее метода прямого детектирования и требует совмещения волнового фронта поля гетеродина с волновым фронтом поля сигнала. Преимущество – более высокая чувствительность.

Гомодонтный прием отличается от гетеродинного тем, что частота излучения гетеродина и передатчика совпадают. Данный метод улучшает отношение сигнал/шум, но практически реализовать его труднее в связи с необходимостью фазовой автоподстройки частоты лазерного гетеродина

## 2. Классификация волоконно-оптических систем передачи

По виду используемой модуляции **волоконно-оптических систем передачи** (ВОСП) делятся на аналоговые и цифровые.

Аналоговые ВОСП используют методы модуляции, характеризующиеся непрерывным изменением одного из параметров носителя сигнала:

- интенсивности оптического излучения при модуляции по интенсивности;
- положения оптического импульса при фазоимпульсной модуляции (ФИМ);
- длительности импульса при широтно-импульсной модуляции.

Цифровые ВОСП используют дискретные методы модуляции, то есть параметры носителя изменяются дискретно.

По назначению и протяженности ВОСП делятся на магистральные, зонавые, городские, сельские и системы распределения информации.

Магистральные ВОСП – передача сообщений на тысячи километров. Зонавые ВОСП – до 600 км.

Городские ВОСП служат для уплотнения линий городской системы телефонной связи.

Системы распределения информации обеспечивают связь между ЭВМ, кабельное телевидение и т.д.

Как правило, передаются широкополосные сигналы. По принципу построения линейные тракты делятся:

- на двухволоконные однополосные однокабельные (четырёхпроводные);
- на одноволоконные однополосные однокабельные (двухпроводные однополосные однокабельные)

В настоящее время получили распространение несколько систем распределения информации:

- последовательная с ответвляющимися соединениями;
- последовательная замкнутая (кольцевая);

- параллельная с соединением типа «звезда»
- гибридная;
- система кабельного телевидения.

3. Принципы построения двусторонних линейных трактов волоконно-оптических систем передачи

Приведенная обобщенная схема ВОСП показывает только одно направление передачи. Передача и прием оптического сигнала ведутся по двум волокнам и осуществляются на одной длине волны  $\lambda$

Недостатки: затраты на кабельное оборудование составляют значительную часть стоимости системы связи и цены на оптические кабели достаточно высоки.

В зависимости от применения рассмотренных схем различают симплексные и дуплексные системы передачи информации:

- симплексные системы осуществляют передачу информации в одном направлении;
- дуплексные системы передают информацию в обоих направлениях.

Особенность дуплексных систем – наличие переходных помех между информационными потоками, распространяющимися во встречном направлении. Переходные помехи возникают за счет обратного ржевского рассеяния в ОВ и ответвит солях, отражения света от сборных стыков и разъемных соединений на концах линии. Величина переходного ослабления в ОВ зависит от многих факторов: от длины волны  $\lambda$  от режима работы линии, от скорости передачи информации и т.д.

Оптимальные режим работы дуплексной ВОСП, при котором уровень переходной помехи минимален, достигается при  $\lambda = 1,55$  мкм и скорости передачи информации по одномодовому волокну более 35 Мбит/с. При использовании в ВОСП линейных ретрансляторов на п/п квантовых усилителях (ПКУ) также возникают переходные помехи, основными источниками которой являются модуляция коэффициента усиления ПКУ для одного канала оптическим излучением встречного канала; обратный поток суперлюминисцентного излучения усилителя и остаточное отражение от торцов усилительного кристалла.

В ВОСП со спектральным уплотнением (одноволоконные однокабельные многополосные системы) по одному оптическому волокну одновременно передаются несколько спектрально разнесенных оптических несущих, каждая из которых модулируется, как правило, многоканальным цифровым сигналом.

#### 4. Методы уплотнения ВОЛС

Известны следующие методы уплотнения:

- 1) временное;
- 2) пространственное;
- 3) спектральное;
- 4) частотное.

Временное разделение предполагает объединение нескольких информационных потоков в один, объединение может быть осуществлено на уровне электронной аппаратуры (электрических сигналов) и на уровне оптических сигналов.

Преимущество: длина участка регенерации увеличивается до **200** км и увеличивается пропускная способность ОВ.

Недостатки: требуется оптический тракт приема и передачи с сохранением поляризации, а также ряд дополнительных устройств: сдвигатели частоты, оптические вентили, контроллеры поляризации, оптические смесители, система АДЧ и так далее, что усложняет ВОСП и увеличивает ее стоимость.

#### 5. Требования к источникам излучения

К источникам излучения предъявляются следующие требования:

1. Длина волны излучения должна совпадать с одним из минимумов спектральных потерь оптических волокон.
2. Конструкция источника должна обеспечить достаточно высокую мощность выходного излучения и эффективный ввод его в ОВ.
3. Источник должен иметь высокую надежность и длительный срок службы.
4. Габаритные размеры, масса и потребляемая мощность должны быть минимальными.
5. Простота технологии должна обеспечивать невысокую стоимость и высокую воспроизводимость характеристик.

В ряде устройств предъявляются требования в отношении дисперсии и искажения импульсов в ОВ.

В ВОСП с когерентным приемом необходимы источники не только с узким спектром, но и с высокой стабильностью длины волны  $\lambda$ , которая также необходима в многоканальных системах со спектральным разделением каналов.

В ряде высокоскоростных систем передачи предъявляются значительные требования к динамическим характеристикам источников света. Например, удобнее использовать оптические излучатели, допускающие прямую модуляцию интенсивности, частоты или фазы излучения без изменения остальных параметров.

Существенно ниже требования к характеристикам источников света, предназначенных для применения в системах передачи на небольшие расстояния с относительно малой скоростью.

Известно три класса источников оптического излучения для ВОСП:

планарные полупроводниковые, волоконные и объемные микрооптические (микролазеры). В основном используются планарные источники.

Принцип действия когерентных и некогерентных источников оптического излучения

Как известно из квантовой физики, значение приобретаемой электроном энергии носит дискретный характер, что дает основание говорить, что электрон находится на том или ином энергетическом уровне.

В полупроводниках плотность электронов значительна, и поэтому энергетические уровни расположены плотно, образуя зоны.

Имеется два типа зон: зона проводимости с энергией  $E_c$  и зона валентных электронов  $E_v$ .

Валентная зона соответствует базовому или минимальному энергетическому уровню. При тепловом равновесии электроны в основном находятся в этой зоне. Если к p-n переходу приложить напряжение смещения  $U$  в прямом направлении, то через переход потечет электрический ток. Если количество добавляемой извне энергии значительно, то некоторые электроны, приобретая значительную энергию, переходят на более высокий энергетический уровень (то есть в зону проводимости). Это приводит к появлению свободных электронов в зоне проводимости и дырок в валентной зоне.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Оптическая обработка информации / под ред. Д. Кейсесента. – М.: Мир, 1980.
2. Парыгин, В.Н. Оптическая обработка информации / В.Н. Парыгин, В.И. Балакший. – М.: МГУ, 1987.
3. Оптическая обработка радиосигналов в реальном времени / под ред. С.В. Кулакова. – М.: Радио и Связь, 1989.
4. Верещагин, И.К. Введение в оптоэлектронику/ И.К. Верещагин, Л.А. Косяченко, Л.А. Косяченко. – М.: Высш. шк., 1991
- Янушкевич, В.Ф. Методическое пособие по курсу «УООС» для студентов спец. 39.01.01 / В.Ф. Янушкевич. – Новополоцк: ПГУ, 2004.
- 5 Конойко, А.И. Основы строения устройств оптической обработки сигналов: учеб.-метод. пособие по курсу «УООС» / А.И. Конойко, С.А. Рыбаков, М.П. Федоринчик. – Минск, 2002.
6. Щербак, Ю.М. Устройства оптической обработки сигналов / Ю.М. Щербак [и др.]. – Минск: БГУИР, 1997.
7. Янушкевич, В.Ф. Методические указания к лабораторным работам по курсу «УООС» для студентов спец. Т.09.01.00 / В.Ф. Янушкевич. – Новополоцк: ПГУ, 2002