

**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 λ

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 рэлеевского 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 λ 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 λ , 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 (микрولазеры). 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