

АКТИВНЫЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ для ЛВС и специализированных применений

Часть 2

Н.Варава, С.Пронин, М.Никоноров,
компания "Оптоэлектронные технологии", info@optotech.ru

Рассматривается состояние рынка активной компонентной базы для локальных волоконно-оптических сетей связи, как информационных, так и используемых в различных технологических процессах. Дается анализ существующих решений приемных и передающих оптических модулей как импортного, так и отечественного производства. Представлены результаты практической реализации этих решений.

ФОТОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА ВОЛС ДЛЯ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Фотоприемные устройства, используемые для обработки оптических сигналов, поступающих из ВОЛС, являются наиболее уязвимым звеном в приемопередающем тракте системы работающей в условиях воздействия электромагнитных помех. Это обусловлено, в первую очередь, необходимостью принимать достаточно слабые сигналы, а также спецификой их последующей обработки при произвольном характере цифровой последовательности. Этот характер (т.е. неограниченный формат передачи) определяет требование нахождения приемника в режиме максимальной чувствительности, так как всевозможные системы автоматического регулирования усиления (АРУ), работая по непрерывным сигналам, имеют некоторое время реакции и не позволяют обрабатывать сигналы, имеющие в своем спектре постоянную составляющую. Решить

задачу обработки имеющих цифровой характер входных сигналов с максимальными быстродействием и чувствительностью, произвольным форматом и получением удовлетворительных выходных параметров достаточно проблематично, да часто и не нужно. В то же время особое внимание при разработке приемных оптических модулей для данного класса задач необходимо уделять конструктивным характеристикам в связи с эксплуатацией их в условиях климатических, механических и электромагнитных воздействий. Из известных в настоящее время способов обработки сигналов произвольного формата в приемниках для ВОЛС можно выделить следующие:

- с фиксированным уровнем определения логического состояния;
- с определением логического состояния по фронту и спаду входного импульса;
- с использованием инверсной кодировки входных сигналов;

- с использованием обработки сигналов близких к уравновешенным, то есть без передачи постоянной составляющей.

Во всех приемниках, рассматриваемых ниже, аналоговая часть работает в линейном режиме (за исключением устройств, использующихся в оптронах). Динамический диапазон входных сигналов определяется в основном уровнем собственных шумов и напряжением питания.

К приемным устройствам с фиксированным порогом определения логического состояния относятся оптические приемные модули OMRD-03-A/B, имеющие в своем составе линейную аналоговую часть и быстродействующее устройство дискретизации, а также OMRD-02-A/B и OMRS-01, OMRS-02 предназначенные для использования в составе волоконно-оптического оптрона (волстроны). OMRD-03-A/B спроектированы с возможностью внешней регулировки порога срабатывания и выпускаются для двух спектральных диапазонов – 0,85 мкм (А) и 1,3-1,55 мкм (В). Тип волокна – SMF, MMF с диаметром световода $\leq 62,5/125$ мкм. OMRD-03-A снабжен оптическим разъемом типа розетка ST, OMRD-03-B оптическим разъемом – розетка FC, OMRD-03-B-pg – пигтейл с вилкой FC. Обе модификации конструктивно оформлены в герметичных металлических корпусах со штырьковыми выводами. К достоинствам данного типа модулей относится низкое потребление по цепи питания, что позволяет их использовать в системах синхронизации и передачи информации с датчиков, размещенных в труднодоступных местах и имеющих ограниченный ресурс источника питания.

Функциональная схема изделий OMRD-03-A/B приведена на рис.1.

Оптические приемные модули OMRD-02-A/B предназначены для использования в волоконно-оптических оптронах, дистанционных выключателях и содержат в своем составе кроме pin-фотодиода усилитель фототока и выходной каскад, выполненный по схеме ОК. Отличительной особенностью указанных типов приемных модулей является широкий диапазон питающих напряжений (3÷12 В) и микропотребление по цепи питания при отсутствии сигналов на входе. Выпускается для двух оптических диапазонов с длинами волн 0,85 мкм (А) и 1,3÷1,55 мкм (В). Выполнены конструктивно в металлических герметичных корпусах на стандартных основаниях типа 151.15-8 ПАЯ4.880.011-01 со штырьковыми выводами. Так как выходной каскад этих приемников работает в режиме насыщения, то их быстродействие невелико. Основным применением данных устройств является использование их в устройствах передачи статусных сигналов (оптроны, оптореле и др.)

Специализированные оптические приемные модули OMRS-01, OMRS-02 предназначены для применения в системах управления и запуска устройств, коммутирующих значительные мощности. Это могут быть системы управления электродвигателями, электромагнитными ускорителями, разрядниками и др. Оба модуля выполнены по одинаковой схеме, включающей в себя фотодиод, усилитель фототока и выходной каскад с общим коллектором. Отличие состоит в схемном

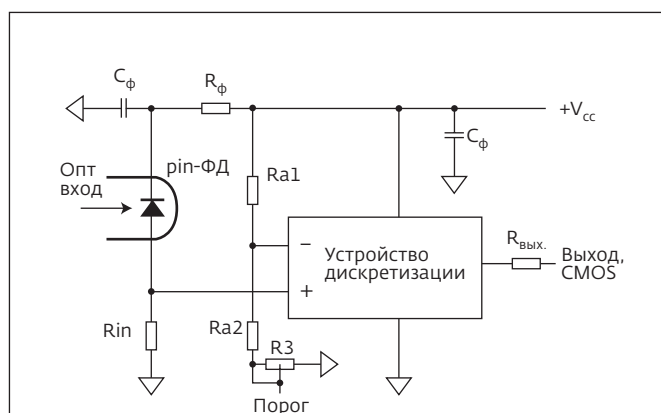


Рис.1. Функциональная схема оптического приемного модуля OMRD-03-A/B с фиксированным уровнем определения логического состояния

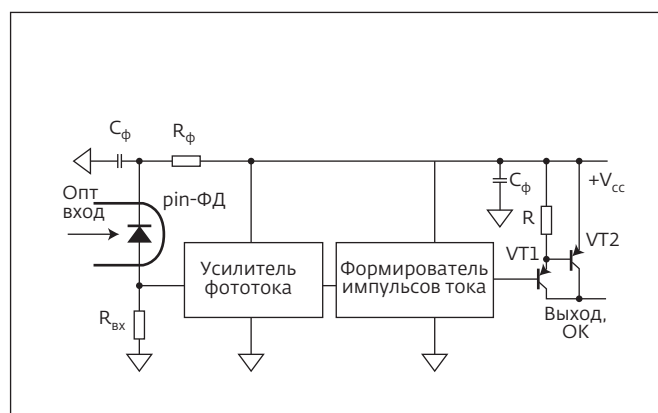


Рис.2. Функциональная схема оптических приемников типа OMRS

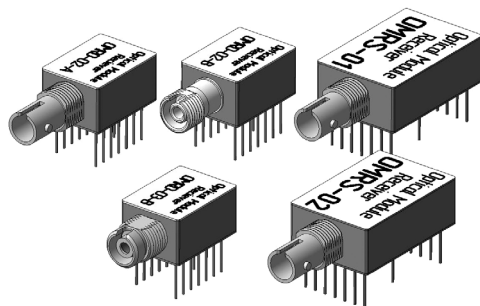


Рис.3. Внешний вид приемных цифровых оптических модулей OMRD-02, OMRD-03, OMRS-01, OMRS-02

решении выходного узла, позволяющего получить на выходе модуля импульсы тока равные 2А для OMRS-01, и 15А для OMRS-02. Модули конструктивно оформлены в металlostеклянных герметичных корпусах из специального сплава с использованием стандартного основания типа 155.15-2 ПАЯ4.880.007-02, что очень важно при использовании их в условиях сильных электромагнитных воздействий. С этой же целью в модулях используется оптический разъем типа ST. Данный тип приемных модулей согласован по оптическому интерфейсу с передающим модулем OMTD-02 и предназначен для работы с многомодовым волокном (MMF) 62.5/125мкм. Приемные модули OMRS-01, OMRS-02 являются усовершенствованными аналогами разработанных ранее ФПУ-Э и ФПУ-Э-м [1]. Функциональная схема модуля данного типа приведена на рис.2. Изделия

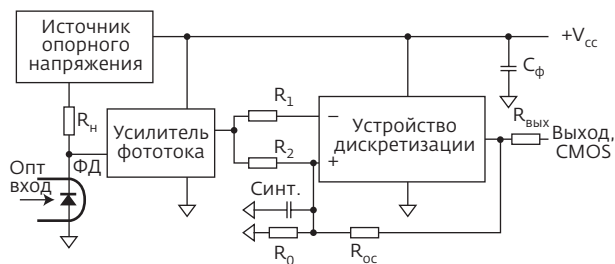


Рис.4. Функциональная схема оптических приемников типа OMRD-04/OMRD-06

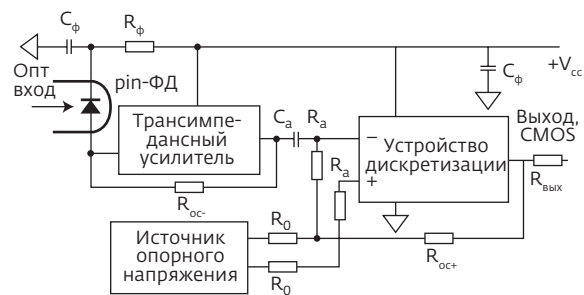


Рис.5. Функциональная схема оптического приемника OMRD-01

OMRD-02, OMRD-03, OMRS-01, OMRS-02 составляют группу по применению в основном для решения технологических и сервисных задач. Внешний вид этих модулей показан на рис.3.

Следующая группа приемных оптических устройств включает в себя изделия OMRD-04 ($\lambda=0,85$ мкм) и OMRD-01, OMRD-06 ($\lambda=1,3\div1,55$ мкм), в которых используется схема определяющая логическое состояние по фронту, и по спаду входного импульса. Данный тип схемных решений обеспечивает минимально возможное значение уширения выходных сигналов по отношению к входным, но для этого требуются расширение полосы аналоговой части приемника и отсутствие существенной дисперсии в ВОЛС. Для объектовых систем эти требования выполняются вполне, так как протяженность оптоволоконных линий относительно невелика, и полоса рабочих частот может быть увеличена за счет уменьшения чувствительности. В состав данного типа приемника входит pin-фотодиод, усилитель тока и высокочувствительный триггер Шмидта. Сигнал с усилителя тока дифференцируется и короткие импульсы управляют работой триггера. Сам триггер выполнен на базе быстродействующего компаратора, охваченного положительной обратной связью. Оптический приемник OMRD-01 предназначен для работы с передатчиком OMTD-01-м, выполненным с использованием светодиода, и поэтому в своем составе содержит дополнительный предварительный трансимпедансный усилитель. Функциональная схема оптических приемников OMRD-04 и OMRD-06 представлена на рис.4, OMRD-01 – на рис.5. Данная группа приемных модулей предназначена для использования в системах

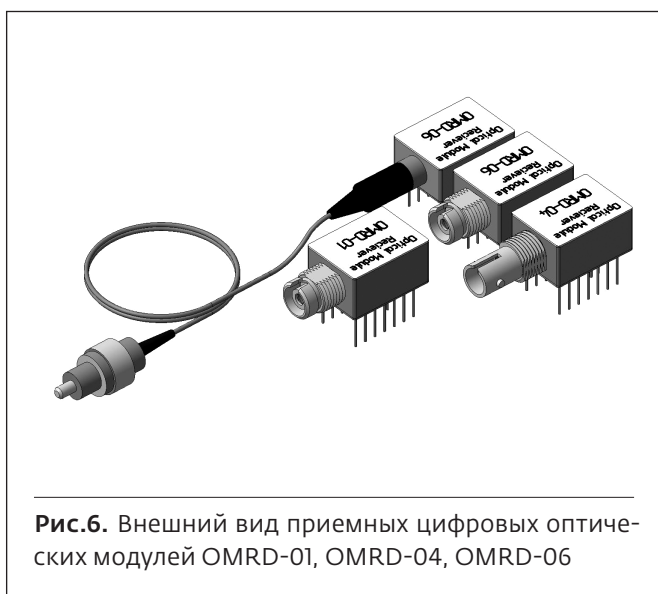


Рис.6. Внешний вид приемных цифровых оптических модулей OMRD-01, OMRD-04, OMRD-06

передачи информации с произвольным форматом в сложных условиях эксплуатации. Тип оптического волокна MMF, $SMF \leq 62,5/125$ мкм. Конструктивно указанные выше модули выполнены в металlostеклянных корпусах на стандартном основании и оснащены оптическим разъемом. OMRD-01, OMRD-06 имеют разъем типа FC, OMRD-04 – разъем типа ST. Разъем OMRD-06-pg выполнен в виде пигтейла, оконцованного вилкой FC. Внешний вид модулей данного типа представлен на рис.6.

Для ВОЛС большой протяженности или с большим затуханием мы использовали в приемнике так называемую схему с инверсией обрабатываемых сигналов. В устройствах данного класса минимизируется значение полосы рабочих частот с целью получения максимального соотношения сигнал/шум на входе аналоговой части приемника. Отметим также, что в приемниках, использующих линейную часть динамического диапазона и обрабатывающих одиночные и пакетные сигналы, всегда существует проблема установки порога срабатывания устройства дискретизации по причине отсутствия информации об амплитуде входного сигнала. Величина этого порога для получения

минимального уширения импульсов на выходе в условиях ограниченной полосы частот должна быть равна половине амплитудного значения сигнала. С этой целью была применена схема с использованием инверсной кодировки входных сигналов. "1" оптического излучения в волоконно-оптическом тракте соответствует "0" на входе оптического передатчика. В приемнике детектор сигнала определяет его амплитуду и автоматически устанавливает на входе устройства дискретизации величину порога равную половине амплитуды. Уровень "0" в аналоговой части приемника определяется значением внутреннего источника опорного напряжения. На выходе цифровой части приемника кодировка сигнала соответствует кодировке на входе передатчика. Таким образом достигается возможность качественной обработки одиночных и пакетных сигналов с максимально возможным соотношением сигнал/шум. Более подробно об этом способе обработки можно узнать в [2]. Функциональная схема такого приемника OMRD-05 показана на рис.7. Корпус изделия металlostеклянный с использованием стандартного основания типа 155.15-2 ПАЯ4.880.007-02. Оптический разъем – пигтейл, оконцованный вилкой типа FC. Приемник предназначен для работы в комплекте с передающим модулем OMTD-05 имеющим вход инверсии входного сигнала. Дополнительно в приемнике имеется устройство, сигнализирующее о наличии на входе сигнала с амплитудой достаточной для обработки

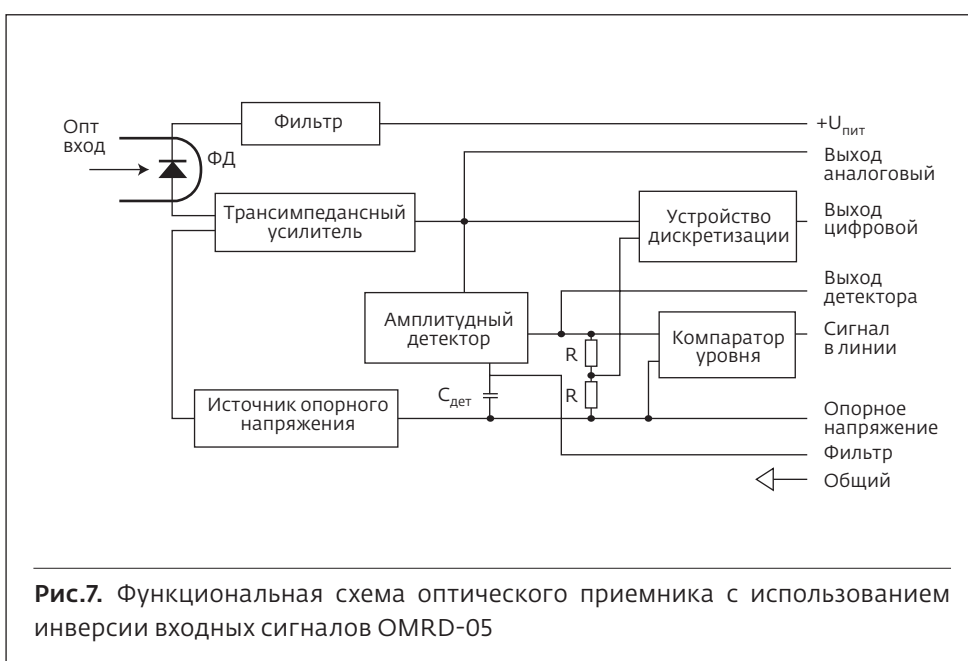


Рис.7. Функциональная схема оптического приемника с использованием инверсии входных сигналов OMRD-05

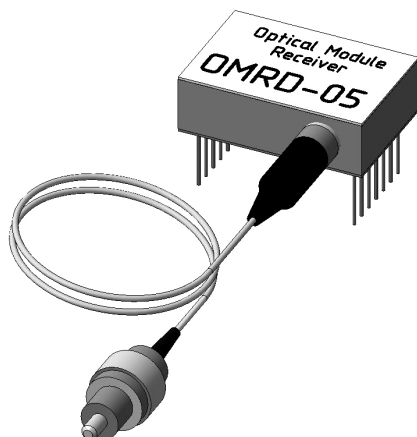


Рис.8. Внешний вид приемника цифровых оптических сигналов OMRD-05

его с заданным коэффициентом ошибки. Внешний вид модуля представлен на рис.8.

И в заключение представим тип приемного устройства, предназначенного для обработки сигналов, имеющих формат близкий к уравновешенному (суммарная длительность "1" и "0" за некоторый характерный для реальной системы период равна друг другу), то есть в спектре транслируемых сигналов практически отсутствует постоянная составляющая. Функциональная схема приемника OMRD-07-X, в котором реализуется вышеуказанный принцип представлена на рис.9. Приемник выпускается для двух диапазонов скоростей 8 и 34 Мбит/с с рабочей длиной волны $1.3 \div 1.6$ мкм. Модули конструктивно выполнены в металлоглазанных корпусах и снабжаются разъемами типа розетка FC или пигтейлом с вилкой FC. Внешний вид оптических приемников OMRD-07-X представлен на рис.10.

Отличительной особенностью приемных модулей OMRD-07-X является их способность – в зависимости от схемы включения – обрабатывать сигналы как существенно неуравновешенные (одиночные, пакетные и др.), так и имеющих уравновешенный характер. Это может быть существенным, если приемник находится

в зоне воздействия значительных электромагнитных полей. Приемники, обрабатывающие неуравновешенные последовательности вне зависимости от соотношения сигнал/шум на их входе всегда работают в режиме максимальной чувствительности. Перевод такого приемника в режим обработки уравновешенного сигнала существенно повышает его помехоустойчивость. Осуществляется это подключением внешнего конденсатора параллельно внутреннему (Сдиф.) между усилителем фототока (УФТ) и входом устройства дискретизации (УД). Величина его определяет значение нижней рабочей частоты устройства. Отметим также, что пороговая чувствительность приемника при таком включении в два раза выше.

Оптические приемные модули OMRD-05, OMRD-07-X по применению также относятся к группе для использования в волоконно-оптических системах передачи информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Появление целого ряда специализированных активных компонентов для объектовых и региональных ВОЛС обусловлено условиями эксплуатации таких линий и достаточно широким спектром задач, решаемых с их помощью. Для оптимального их решения требуются, как правило, устройства, имеющие определенные характеристики как со стороны приемной части, так и передающей. Это относится в первую очередь к согласованию их по динамическому диапазону оптических сигналов, рабочей длине волны, типам волокна и оптических разъемов, а также единого конструктивного исполнения. Чтобы удовлетворить столь многообразным требованиям для этой

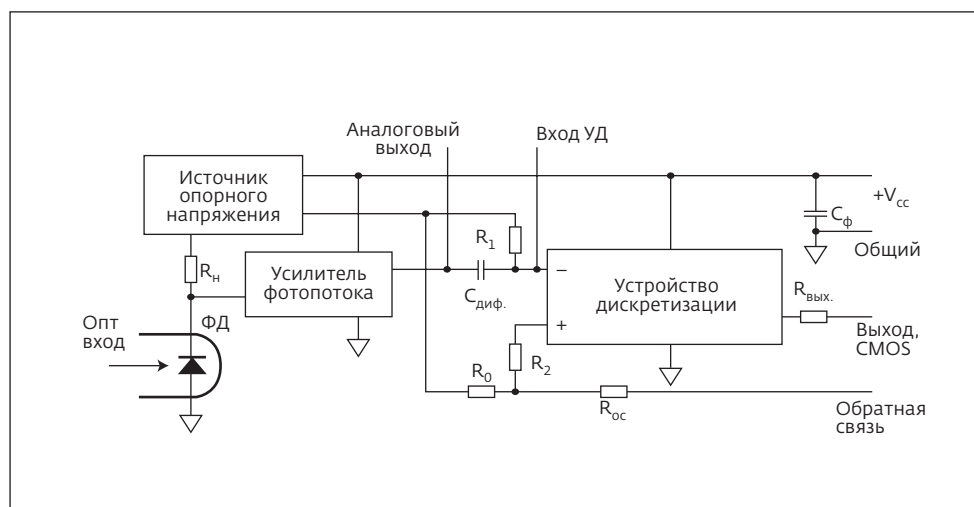


Рис.9. Функциональная схема оптического приемника OMRD-07-X для обработки сигналов, имеющих уравновешенный формат

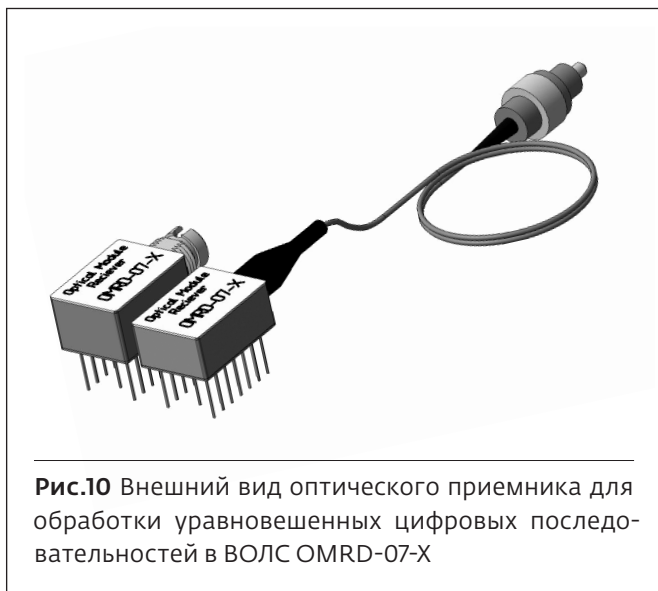


Рис.10 Внешний вид оптического приемника для обработки уравнированных цифровых последовательностей в ВОЛС OMRD-07-X

области волоконной техники, изделия разрабатывались нами в виде комплектов, состоящих из приемного и передающего функционально законченных модулей. При этом они могут быть использованы и самостоятельно.

Также необходимо отметить, что в представленных разработках используются основополагающие

оптические комплектующие, такие как лазерные диоды, фотодиоды, светодиоды и интегральные схемы с самыми высокими значениями оптических и электрических параметров, достигнутыми на сегодняшний день. По этой причине представленные изделия имеют преимущества по соотношению потребляемой мощности к выходной оптической, простоте реализации приемной части, а зачастую и по чувствительности и быстродействию перед изделиями импортного производства, сконструированными ранее и решавшими аналогичные задачи.

К преимуществам разработанных изделий можно отнести также и конструктивное оформление, позволяющее осуществлять стандартное подключение, высокую степень электромагнитной защищенности и стабильность эксплуатационных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Варава Н., Никоноров М., Пронин С.** Активные компоненты волоконной оптики в системах управления технологическими процессами // Первая миля. 2012. № 2. С. 40-46.
2. **Варава Н., Пронин С., Никоноров М.** Активные компоненты ВОЛС для систем связи с пакетной передачей // Первая миля. 2013. № 2. С. 66-73.