

АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВОЛС ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Н.Варава, М.Никонов, С.Пронин info@optotech.ru

Российская научно-производственная фирма ООО "Оптотех" (группа компаний ООО "АИБИ") при ФТИ им. Иоффе специализируется на разработке и производстве компонентов для волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) и других задач с использованием оптического волокна. Компания разработала десятки изделий, многие из которых производятся серийно. К ним в первую очередь относятся комплекты передающих, приемных и приемопередающих модулей телекоммуникационного оборудования. Свои разработки "Оптотех" проводит в тесном сотрудничестве с ФТИ им. Иоффе, используя самые последние научные и технологические достижения в области волоконной оптики. Статья посвящена некоторым результатам этой работы.

Рынок активных компонентов для ВОЛС достаточно широко представлен продукцией нескольких фирм как "европейского", так и "восточного" происхождения. Однако преобладающую часть номенклатуры составляют изделия для телекоммуникационных систем, в которых используются уравновешенные канальные коды типа БИФ, СМІ, 5В/6В, 8В/10В т.д. В этих кодированных последовательностях отсутствует постоянная составляющая. Соответственно и для их преобразования в оптические сигналы не нужно передавать постоянную составляющую, что заложено в типовой конструкции приемных и передающих модулей. В результате прямая попытка использовать такие устройства для передачи одиночных или статусных сигналов в большинстве случаев обречена на неудачу.

В то же время в связи с появлением технологий, использующих сильнооточные высоковольтные процессы, возрастает потребность в изделиях, способных обрабатывать сигналы без ограничения скважности.

В состав подавляющего числа стандартных решений передающих модулей для ВОЛС (рис.1) входит лазерный диод (ЛД) с фотодиодом обратной связи (ФДОС) и интегральная микросхема с функциями модуляции тока накачки ЛД и стабилизации выходной мощности. Выходная мощность стабилизируется около некоторого среднего уровня $P_{\text{опт}}$ за счет отрицательной обратной связи (ООС), реализуемой посредством ФДОС. Наличие ООС с некоторой постоянной времени ограничивает спектр модулирующих сигналов со стороны низких частот, что делает

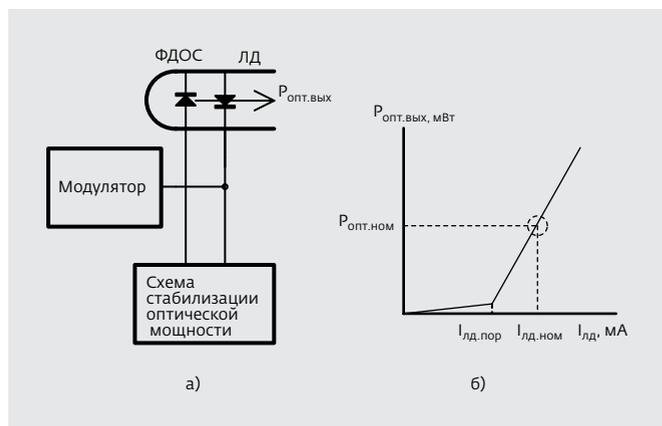


Рис.1. Функциональная схема оптического передающего устройства со стабилизацией среднего значения выходной оптической мощности (а) и выходная характеристика лазерного диода (б)

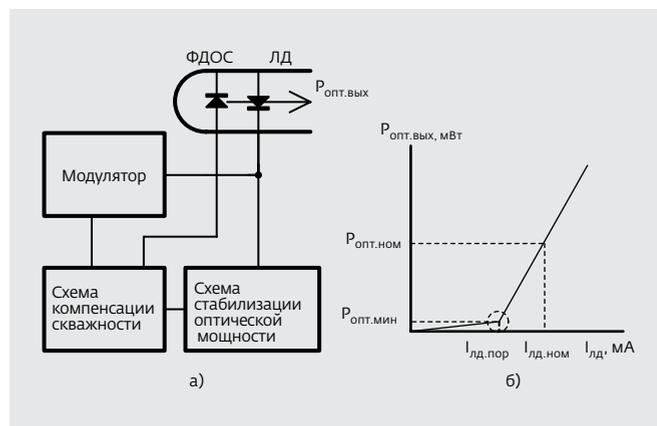


Рис.2. Функциональная схема оптического передающего устройства с компенсацией скважности входного сигнала (а) и выходная характеристика лазерного диода (б)

невозможным передачу статусных сигналов произвольной длительности.

Приемники оптического излучения для ВОЛС состоят, как правило, из интегрального фотоприемного устройства и устройства дискретизации, преобразующих входные сигналы с линии во внутренние сигналы с уровнями КМОП, LVDS, CML и т.д. Фотоприемное устройство включает рpи-фотодиод и трансимпедансный усилитель с автоматической регулировкой усиления (APY). APY, аналогично OOC в системе стабилизации мощности, за счет некоторой постоянной времени релаксации выступает как фильтр высоких частот, что также делает невозможным обработку статусных сигналов произвольной длительности. Таким образом, для трансляции сигналов управления и синхронизации необходимы другие технические решения.

Компания "Оптотех" разработала и освоила в промышленном производстве ряд изделий,

позволяющих транслировать по ВОЛС сигналы произвольной длительности. В лазерных оптических передающих устройствах основным отличием стало изменение способа стабилизации выходной оптической мощности (рис.2). Рабочая точка ЛД выбирается не в линейной части характеристики $P_{\text{опт}}(I_{\text{лд}})$, как в случае стандартных решений, а в районе порогового значения $I_{\text{лд}} = I_{\text{пор}}$. При этом выходная мощность составляет около $0,05P_{\text{опт.ном}}$. Для компенсации тока ФДОС в состав устройства введена схема компенсации (СК), учитывающая скважность входного сигнала. Сигналы с ФДОС и СК вычитаются друг из друга и результирующий сигнал на входе схемы стабилизации всегда равен значению, соответствующему оптической мощности $P_{\text{опт.мин}}$. В состав передающего модуля также входят быстродействующий модулятор тока лазерного диода и источник опорного напряжения. Такое построение передающего устройства дало возможность

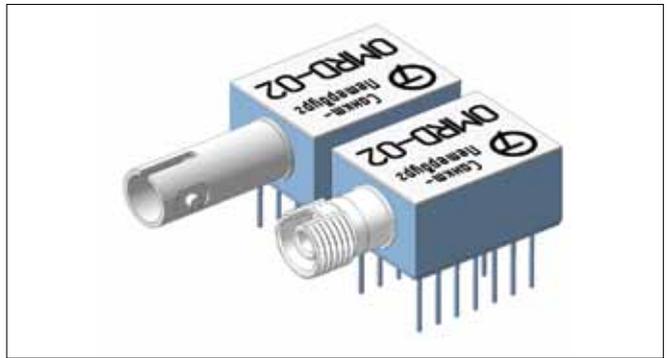
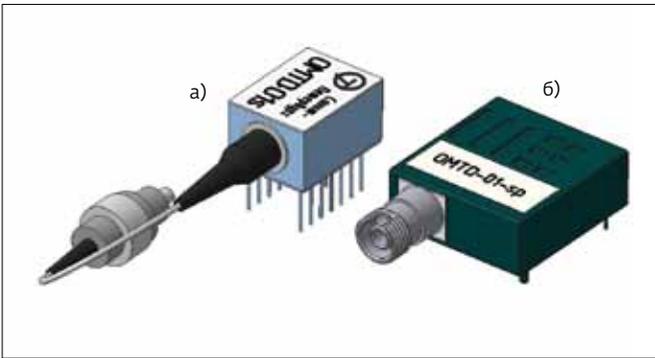


Рис.3. Волоконно-оптические передающие устройства OMTD-01s (а) и OMTD-01-sp (б)

Рис.4. Волоконно-оптический приемник OMRD-02, входящий в состав волстронов

вести управляющий вход, позволяющий инвертировать выходной оптический сигнал, что иногда важно для решения специальных задач.

Передающие устройства с вышеуказанными свойствами выпускаются в корпусах двух типов (рис.3) – в пластиковом с размерами 11×25,4×27 мм (OMTD-01-sp) и в металlostеклянном с размерами 10,5×14,5×19,5 (OMTD-01s). Выходная оптическая мощность составляет 1-2 мВт, скорость нарастания/спада выходного оптического импульса не превышает 2,5 нс. Напряжение питания – 5 В, ток потребления – не более 40 мА.

Приемные устройства для решения вышеуказанных задач могут быть построены различными способами в зависимости от требуемого быстродействия, характера принимаемых сигналов, потребления и нагрузочной способности. Например, для построения волоконно-оптических оптронов (волстронов) можно использовать стандартное решение в виде pin-фотодиода и усилителя тока. Так как эти изделия практически не потребляют при отсутствии сигнала на входе и, как правило, обладают достаточно высокой нагрузочной способностью (выход строится по схеме с открытым коллектором), то их можно

использовать для включения/выключения различных устройств, расположенных на энергонасыщенных объектах.

Данный класс приемных устройств представлен изделиями OMRD-02, конструктивно выполненными в металlostеклянных корпусах с размерами 10,5×14,5×19,5 мм (рис.4). Пороговая чувствительность устройств – $\leq 0,1$ мВт, длительность фронта/спада выходного сигнала – не более 20 нс, максимальный выходной ток – не более 40 мА, напряжение питания – 3-12 В.

Другой тип приемных устройств для трансляции неуравновешенных информационных сигналов в комплекте с передатчиком OMTD-01-sp – фотоприемное устройство типа OMRD-01sp (рис.5). В его состав входит pin-фотодиод, трансимпедансный линейный усилитель без АРУ, детектор и устройство дискретизации по уровню. Дополнительно включен источник опорного сигнала и компаратор наличия сигнала в линии. Детектор приемника определяет уровень сигнала на входе относительно опорного уровня. Половина этого сигнала поступает на один из входов устройства дискретизации, а на другой вход поступает информационный сигнал. Такое решение позволяет при минимальной полосе устройства

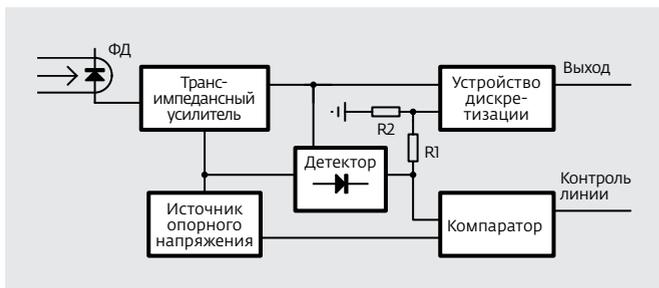


Рис.5. Функциональная схема волоконно-оптического приемника одиночных оптических импульсов



Рис.6. Приемник OMRD-01-sp

получить минимальное искажение длительности обрабатываемых сигналов. Устройство OMRD-01-sr выпускается в пластиковом корпусе 9×1 pin с размерами 11×25,4×27 мм (рис.6). Оно обеспечивает максимальную скорость передачи 34 Мбит/с, максимальная пороговая чувствительность – 0,1 мВт. Напряжение питания – 3,3–5 В.

Большое внимание уделяется разработке активных компонентов, предназначенных для уникальных и узкоспециализированных работ. К ним, в частности, относятся приемные модули с предельной пороговой чувствительностью и передающие модули с минимальным спектром излучаемой оптической мощности. Подобного рода изделия используются в волоконно-оптических датчиках физических величин (температуры, давления, деформации и т.д.), а также удаленных волоконно-оптических гидрофонах и микрофонах. Значительные усилия направлены на создание активных компонентов для волоконных применений, используемых в технологических процессах с высокой энергонасыщенностью. Такие решения привлекательны в силу ряда свойств оптического волокна (диэлектрические свойства, широкополосность, химическая

инертность). В первую очередь здесь можно выделить класс так называемых волоконно-оптических оптронов (волстронов). Они используются для дистанционного запуска мощных тиратронов или тиристоров в электрофизических установках, а также для передачи статусных сигналов управления. Другое направление в этой области применения волоконных технологий – создание комплектов приемных, передающих и приемопередающих устройств для информационных сетей, функционирующих в условиях электромагнитных помех, на химических производствах, в шахтах, газовых и нефтяных комплексах.

В компании разрабатываются устройства для работы с датчиками физических величин посредством волоконно-оптического канала как для питания удаленных устройств, так и для информационного обмена.

Компания ведет перспективные работы по созданию источников питания, размещаемых в труднодоступных местах и использующих волоконно-оптический кабель как канал передачи световой энергии с последующим преобразованием ее в электрическую. ●