

## АКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ в системах управления технологическими процессами

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

Волоконная оптика, востребованная в свое время как средство решения задач связи, сегодня находит все более широкое применение в других направлениях, например, при создании новых нетрадиционных технологических процессов. Как правило, такие применения требуют специализированных активных компонентов. Российская научно-производственная фирма "Оптоэлектронные Технологии" (группа компаний ООО "АИБИ") при ФТИ им. Иоффе специализируется на разработке и производстве компонентов для волоконно-оптических линий связи и других применений с использованием оптического волокна. В статье рассматриваются два комплекта изделий, один из которых решает задачу передачи и приема произвольных цифровых информационных сигналов от датчиков физических величин, а другой – запуск и синхронизацию через оптоволоконно коммутирующих устройств значительной мощности (ускорителей, генераторов лазерного излучения, электродвигателей) в условиях электромагнитных помех.

Развитие волоконно-оптических технологий в первую очередь определялось задачами построения систем связи. Сегодня уже разработана и промышленно выпускается довольно большая номенклатура изделий, используемых в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС). Среди них можно выделить две основные группы – активные и пассивные компоненты. В состав первой входят оптоэлектронные элементы, такие как лазерные диоды (ЛД), светоизлучающие светодиоды (СИД) и законченные оптоэлектронные модули на их основе, фотодиоды и фотоприемные устройства, а также электронные компоненты для их обслуживания (драйверы, усилители,

компараторы и др.). Наиболее распространены приемные, передающие и приемопередающие модули (трансиверы). Они отличаются различными конструктивными исполнениями, оптическими и электрическими интерфейсами. В группу пассивных компонентов входят различные разветвители, оптические переключатели, мультиплексоры и оптические разъемы. Современный рынок оптоэлектроники представляют довольно много фирм, выпускающих изделия обеих групп в различных функциональных и ценовых диапазонах.

В последние годы наметился целый ряд технологических направлений, развитие которых

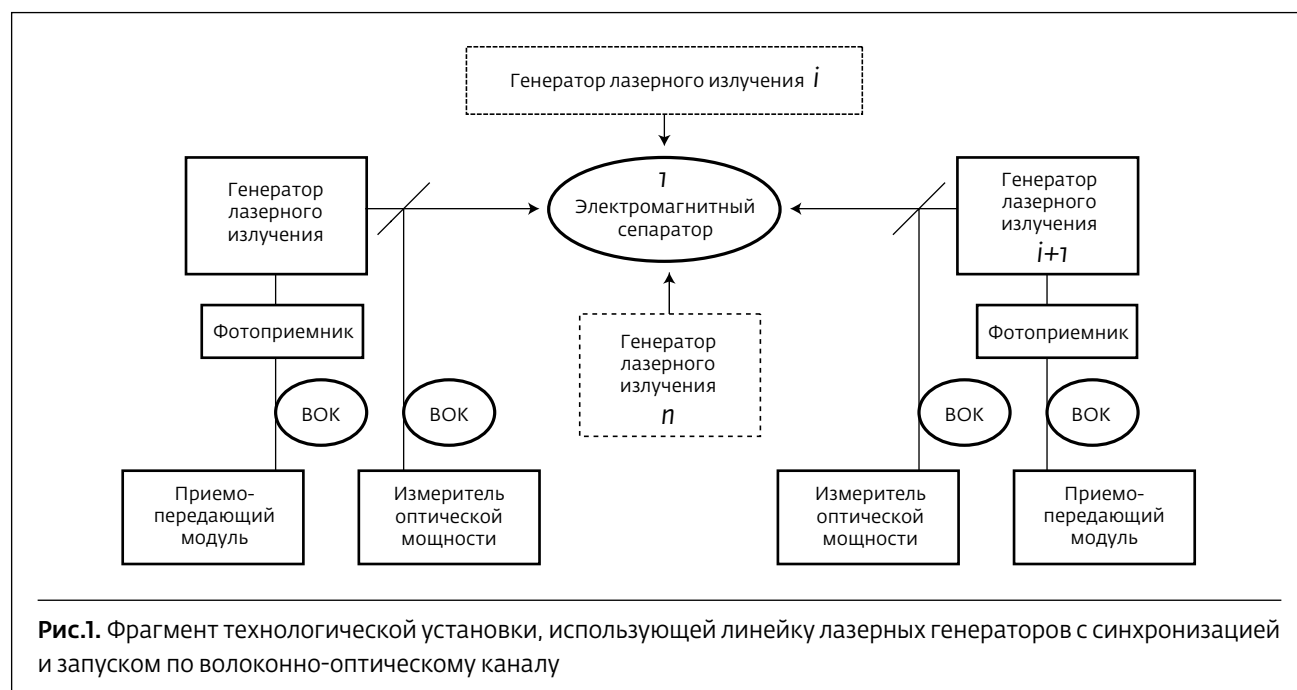
напрямую зависит от использования достигнутых волоконной оптики. В первую очередь это относится к системам управления мощными импульсными лазерами (медицина, радиоизотопные методы получения редкоземельных материалов, современное машиностроение), а также к управлению электромагнитными ускорителями и мощными электроприводами силовых установок. Все эти направления связаны с необходимостью коммутировать токи амплитудой в десятки и даже сотни килоампер с напряжением в сотни киловольт. Кроме того, часто необходимо формировать импульсные сигналы с длительностью от единиц микросекунд до десятков наносекунд. При этом возникают наводки и вторичные электромагнитные излучения с такой амплитудой и спектром, что связать исполнительные устройства и средства контроля с центральными органами управления по традиционным каналам связи чрезвычайно трудно, а зачастую и невозможно.

В данных условиях едва ли не единственный способ решения проблемы – использовать средства волоконной оптики. В то же время, если диэлектрические свойства оптического волокна и его невосприимчивость к электромагнитным излучениям в рассматриваемом спектральном диапазоне известны, то требования к двум другим составляющим системы связи – к приемнику и передатчику – требуют уточнения. Они были сформулированы в результате анализа существующих и перспек-

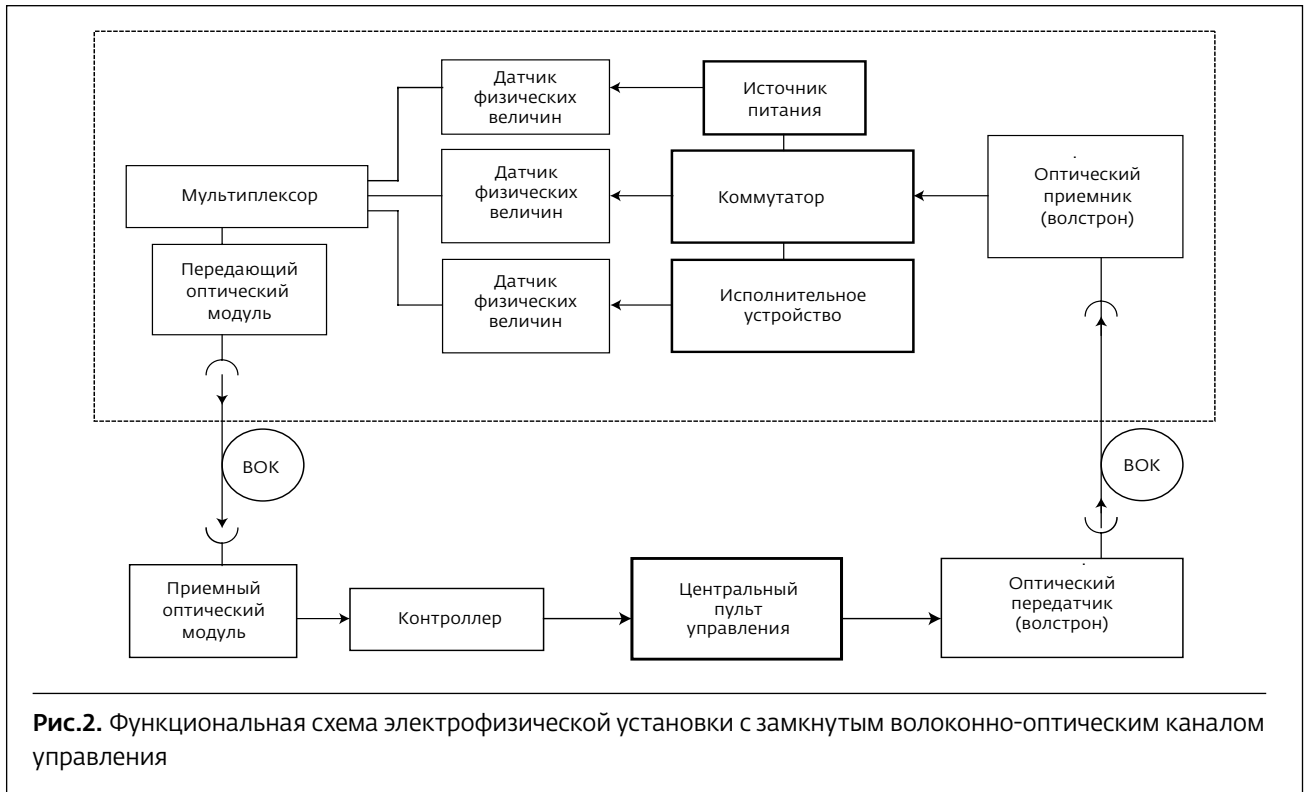
тивных конструкций и процессов, а также экспериментальных исследований. Созданные нами с учетом этих требований изделия прошли успешную апробацию. Они позволяют:

- формировать короткие одиночные оптические импульсы для синхронизации;
- получать мощные оптические сигналы для запуска устройств, генерирующих импульсы тока значительной амплитуды;
- измерять физические параметры системы и транслировать их из зон с повышенным уровнем излучений к управляющему процессору;
- принимать оптические сигналы и формировать электрические импульсы запуска в условиях электромагнитных помех.

Для наглядности рассмотрим два примера, где эти средства были использованы в полной мере. На рис.1 изображен фрагмент практической установки для получения редкоземельных химических элементов, в том числе и их изотопов. Центральная часть представляет собой электромагнитный сепаратор, в котором рабочая газовая смесь облучается линейкой газовых лазерных генераторов с различными длинами волн. Генераторы запускаются по определенному алгоритму импульсами различной длительности. Для развязки устройств запуска лазерных генераторов от управляющего процессора используется волоконно-оптический оптрон (волстрон), формирующий



**Рис.1.** Фрагмент технологической установки, использующей линейку лазерных генераторов с синхронизацией и запуском по волоконно-оптическому каналу



электрические импульсы длительностью от десятков микросекунд до единиц наносекунд.

В состав волстроны входят быстродействующий передающий модуль на лазерном диоде, приемник оптических одиночных импульсов и волоконно-оптический кабель (ВОК). Волоконный кабель содержит кварцевое многомодовое волокно с диаметром световедущей жилы/оболочки 62,5/125 мкм, снабженное оптическими разъемами типа ST/PC. Его длина может достигать 1000 м. Так как линейка генераторов работает в строго заданном порядке, важнейшим параметром становится стабильность положения переднего фронта импульса, т.е. системный джиттер. Кроме устройств запуска важную роль играет и система измерения импульсной оптической мощности каждого лазерного генератора и наблюдения за формой их оптических импульсов. Данная система также выполнена с использованием волокна и специализированного фотоприемника.

Компоненты волоконной оптики находят применение и в замкнутых автоматизированных системах управления (АСУ) электрофизическими установками, где необходимо коммутировать токи и напряжения значительной величины (рис.2). Волоконно-оптические компоненты могут использоваться как для задач сбора информации от датчиков физических величин (ток, напряжение, температура и т.п.),

так и для их преобразования и дальнейшей трансляции к промышленным контроллерам, входящим в состав АСУ. Кроме того, для запуска устройств силовой электроники необходима оптическая развязка. Наиболее просто она может быть реализована с помощью волстронов.

Приведенные примеры далеко не исчерпывают других применений отдельных компонентов волоконной оптики. Так, к ним можно отнести всевозможные устройства мониторинга удаленных объектов на предмет обнаружения задымления и возгорания. Отдельно отметим насущную проблему создания автономных источников питания, которые размещаются в труднодоступных местах, а также устройств для зарядки аккумуляторов через волоконно-оптическую линию связи. Такие устройства построены по принципу "солнечных батарей", т.е. энергия к ним подводится по оптическому волокну, а сами источники питания снабжены фотоэлектрическими преобразователями. Законченные функциональные узлы для передачи измерительной информации с использованием волоконно-оптических компонентов и снабженные источниками питания такого типа наиболее приемлемы при создании технологических процессов, использующих высокоэнергетические установки.

Компания "Оптоэлектронные Техноло-

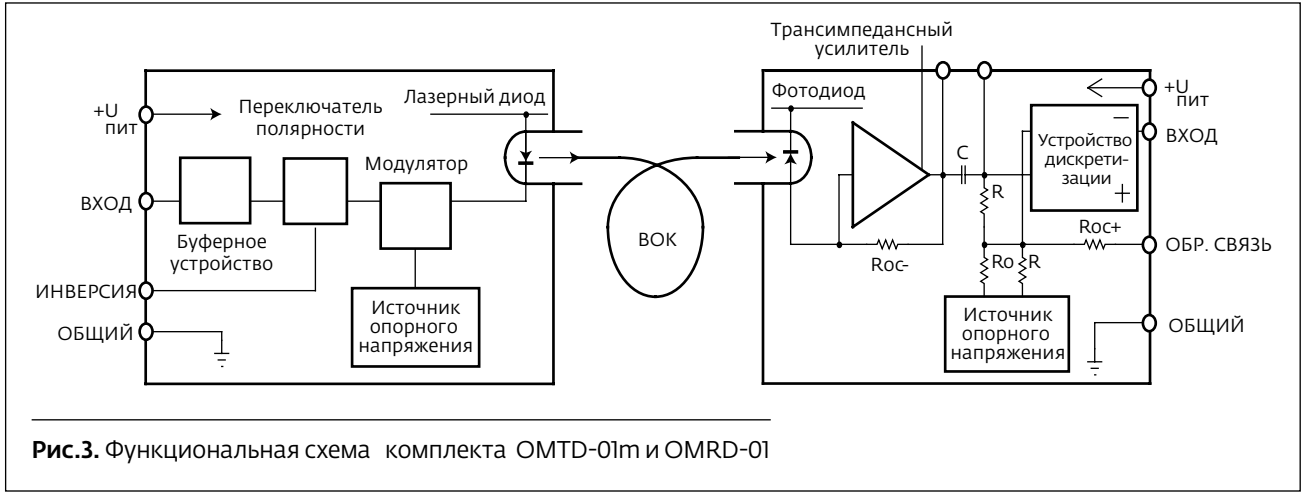


Рис.3. Функциональная схема комплекта OMTD-01m и OMRD-01

гии" длительное время разрабатывает средства волоконной оптики для специализированных применений. Рассмотрим два типа изделий – устройства для передачи и приема информационных сигналов и устройства управления исполнительными механизмами (ускорителями, генераторами лазерного излучения, электродвигателями). Каждый тип изделий является функционально закон-

ченным комплектом и состоит из приемной и передающей частей.

### УСТРОЙСТВО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

Основные требования к комплекту аппаратуры для информационного обмена между датчиками физических величин и центральным органом управления:

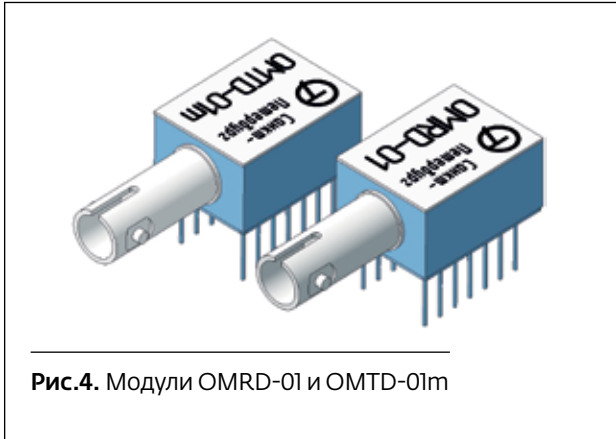


Рис.4. Модули OMRD-01 и OMTD-01m

- максимальная нечувствительность к воздействию внешних электромагнитных излучений;
- обработка цифровых сигналов с произвольным форматом, что позволяет транслировать их без дополнительного преобразования;
- минимальное потребление передающего модуля, располагаемого непосредственно около датчика физической величины;
- быстродействие, достаточное для передачи информации о переходных процессах в системе.

Для решения этих задач был разработан комплект волоконно-оптических модулей, состоящий из приемника OMRD-01 и передатчика OMTD-01m (рис.3). Оба изделия рассчитаны на применение с оптическим кабелем, изготовленным из многомодового кварцевого волокна с диаметром световедущей жилы/оболочки 62,5/125 мкм. Кабели снабжены металлическими оптическими разъемами типа ST. Длина волны оптического излучения 0,85 мкм определяется типом излучателя, входящего в состав передатчика.

В передающем модуле в качестве излучателя используется высокоэффективный лазерный диод, размещенный в разъеме типа ST и позволяющий вводить в многомодовое волокно оптическую мощность не менее 2 мВт. Выбор лазерного диода продиктован и желанием минимизировать энергопотребление, так как светодиодные структуры потребляют на порядок большее количество энергии при той же величине выходной оптической мощности. В реальных условиях расстояния для передачи информации относительно невелики (как правило, до 1000 м) поэтому затуханием сигнала в волоконно-оптическом кабеле можно пренебречь. Достаточно большой уровень сигнала на входе приемника позволяет существенно

снизить его входной импеданс. Это повышает помехоустойчивость приемника, так как его входная часть наиболее чувствительна к наводкам и помехам.

Для обработки цифровых сигналов произвольного формата в приемнике выбрана схема с определением начала и конца импульса по его фронту и спаду. Этими фронтам и спадам управляется высокочувствительный триггер Шмидта, входящий в состав устройства дискретизации и выполненный на быстродействующем компараторе. Электрические интерфейсы модулей соответствуют стандартным уровням КМОП и ТТЛ и особых требований при подключении не имеют.

Конструктивно изделия выполнены в металлокерамических корпусах из специального сплава, обеспечивающего высокую помехозащищенность, со штырьковыми выводами (рис.4). Габариты (без учета длины оптического разъема) – 10,6×14,5×19,5 мм.

### Основные технические характеристики комплекта OMRD-01 / OMTD-01m

Передающий модуль OMTD-01m	
Рабочая длина волны, мкм	0,85
Оптическая мощность, вводимая в волокно, дБм	> -3
Длительность фронта нарастания/спада оптического излучения, нс	10
Максимальный период входных сигналов	неограничен
Напряжение питания, В	5
Ток потребления, мА	7,5
Диапазон рабочих температур, С°	-40...60
Приемный модуль OMRD-01	
Рабочая длина волны излучения, мкм	0,85
Минимальная входная оптическая мощность, дБм	-23
Максимальная входная оптическая мощность, дБм	-3
Максимальная скорость передачи, Мбит/с	4
Напряжение питания, В	5
Ток потребления, мА	<25
Диапазон рабочих температур, С°	-40...60

### УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ МОЩНЫМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Для передачи и приема сигналов управления и синхронизации предназначен комплект в составе передающего модуля OMTD-02 и приемного устройства ФПУ-Э, образующих вместе с волоконно-оптическим кабелем волстрон.

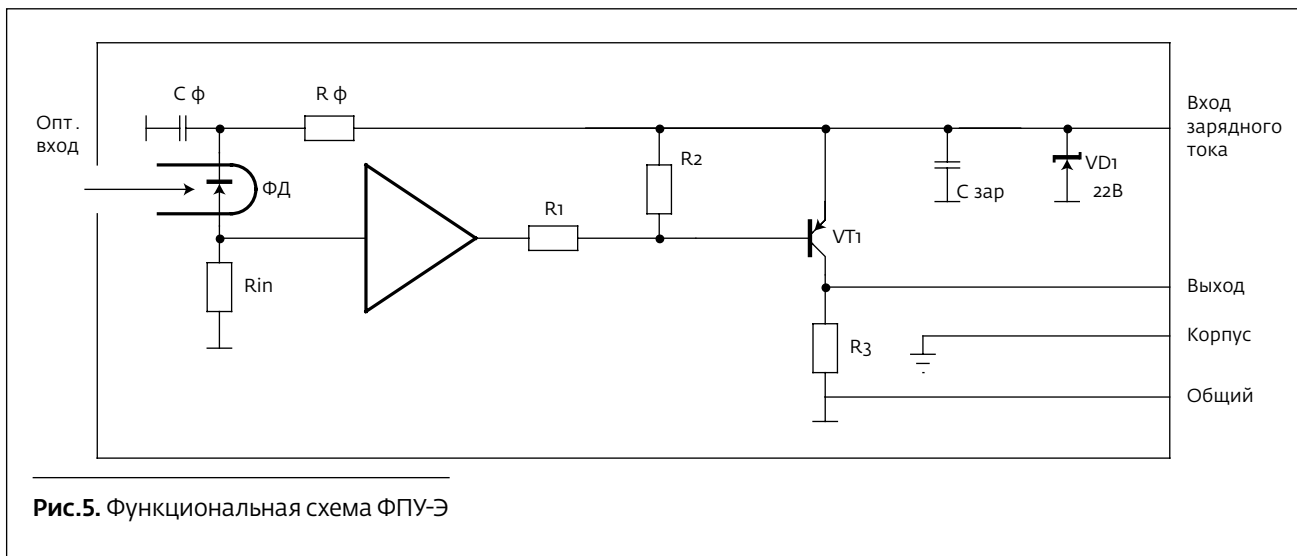


Рис.5. Функциональная схема ФПУ-Э

Эти компоненты служат для получения на выходе приемника достаточно мощных электрических импульсов, необходимых для запуска различных устройств со ступенчатой коммутацией токов порядка десятков, а то и сотен килоампер. В данных условиях первоочередное значение приобретает устойчивость работы приемника, размещаемого на входе первой ступени коммутатора, по отношению к обратным наводкам и помехам, возникающим при включении оконечной ступени. Она в основном определяется величиной входного импеданса фотоприемника и экранирующими свойствами корпуса, а также схемотехническим решением выходного буфера.

Выбор величины входного импеданса зависит от минимальной входной оптической мощности и, соответственно, входного тока, при которых происходит устойчивое срабатывание выходного каскада приемника, формирующего импульс тока с соответствующими характеристиками. Поэтому основное внимание уделялось, с одной стороны, уменьшению входного сопротивления усилителя тока приемника, с другой – увеличению выходной оптической мощности передатчика. С этой же целью в волстроне используются кварцевые многомодовые волокна с нормированным затуханием 3,5 дБ/км.

Передатчик состоит из преобразователя уровней стандартной логики в нормированные импульсы тока и лазерного диода с длиной волны излучения 0,85 мкм. Выходная оптическая мощность, вводимая в многомодовое волокно – не менее 2 мВт (3 дБм). Диаметр светопроводящей жилы/оболочки волокна – 62,5/125 мкм. На выходе приемника оптического сигнала фор-

мируются электрические импульсы с амплитудой 20 В (сопротивление нагрузки  $\geq 10$  Ом) и длительностью не более 100 мкс.

Приемник ФПУ-Э (рис.5) питается от любого источника с напряжением  $\geq 24$  В, в том числе и от источника коммутируемого устройства через ограничительный резистор. Напряжение питания приемника ограничено внутренним стабилизатором с напряжением стабилизации 22 В, максимальный ток стабилизации – 5 мА. Внутренний накопительный конденсатор обеспечивает формирование импульсов тока, в за-

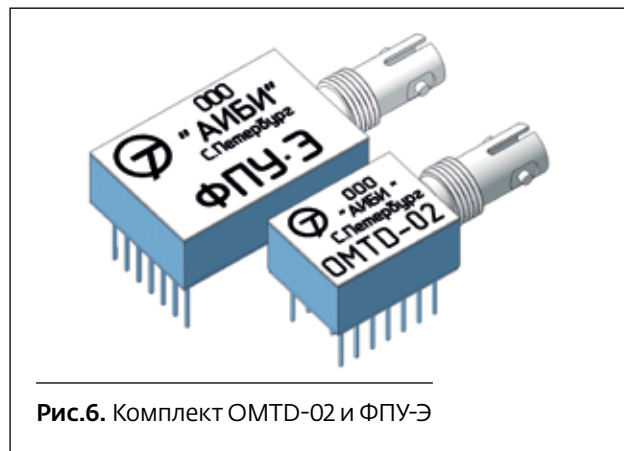


Рис.6. Комплект ОМТД-02 и ФПУ-Э

висимости от типа выходного буфера приемника, 2 или 10 А (для ФПУ-Э-м) и длительностью до 5 мкс. Для получения более длинных импульсов тока необходимо подключение внешних конденсаторов.

Конструктивно приемник и передатчик, входящие в состав волстроны, выполнены в металлокерамических корпусах из специального сплава, обеспечивающего высокую помехозащищенность (рис.6).

## Технические характеристики

Оптрон  
 Длина волны оптического излучения, мкм ..... 0,85  
 Длина волоконно-оптического кабеля, м .....  $\leq 1000$   
 Тип оптического разъема ..... ST  
 Суммарная задержка (Лвок = 50 м), нс ...  $\leq 500$   
 Диапазон рабочих температур, С° .... -4...60

### Передатчик ОМТD-02

Выходная оптическая мощность, дБм ..... 3  
 Длительность фронта нарастания спада оптического излучения, нс ..... 5  
 Уровни входных сигналов ..... TTL/КМОП  
 Длительность входного импульса ..... неограниченна  
 Напряжение питания, В .....  $5 \pm 10\%$   
 Ток потребления, мА .....  $\leq 30$   
 Габариты, мм ..... 10,6×14,5×19,5

### Приемник ФПУ-Э

Минимальная длительность выходного импульса, мкс ..... 5  
 Выходной ток приемника

(амплитудное значение), А .....  $\leq 2$   
 Выходное напряжение, В ..... 20  
 Емкость зарядного конденсатора, мкФ .....  $1,5 \pm 2\%$   
 Пороговая оптическая мощность на входе, мВт ..... 0,7  
 Сопротивление нагрузки, Ом .....  $\geq 10$   
 Максимальный зарядный ток, мА .....  $\leq 5$   
 Номинальное напряжение внутреннего стабилитрона, В ..... 22  
 Габариты, мм ..... 9,4×19,5×29,5

\*\*\*

В заключение отметим, что применение средств волоконной оптики для решения специализированных технологических задач не исчерпывается приведенными примерами. Нами проводятся работы по созданию источников электрической энергии с подзарядкой их по волоконно-оптическому каналу, а также разрабатываются устройства по бесконтактному измерению физических величин с использованием пассивных элементов. К ним относятся разного рода расходомеры, фиксаторы положений, дистанционные измерители перемещений и деформаций. ■

## 7-я ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

### "E-government-2012. Информационное общество: современная инфраструктура и технологии государственного управления"

26-27 апреля 2012 года состоялась традиционная встреча представителей бизнеса и государства в рамках 7-й всероссийской конференции "E-government-2012. Информационное общество: современная инфраструктура и технологии государственного управления". Организатором выступила компания info-media Russia совместно с Российским агентством развития информационного общества. Мероприятие поддержали компании PingWin Software, "НЕОЛАНТ", НПО "Криста", ECDL-Russia, "ТрансТелеКом", ИВЦ ИНСОФТ.

Конференция "E-government-2012" посвящена важнейшим вопросам развития информационного общества и созданию электронного государства в России. На ключевом пленарном заседании выступили секретарь комиссии по развитию информационного общества Совета законодателей Совета Федерации Александр Шепилов, директор по развитию бизнеса компании "Универсальная электронная карта" Александр Тихонов. Специальным гостем заседания

стал первый заместитель директора ВНИИ ПВТИ Юрий Михеев.

А.Шепилов тезисно рассказал, что уже реализовано в части создания электронного правительства и что пока не получается. А также озвучил ряд предложений по улучшению качества услуг, предоставляемых электронным государством. Юрий Михеев заметил, что "...речь идет не о том, какие должны быть услуги и как это осуществить, необходимо разобраться в терминологии и истоках. Я все-таки делаю акцент не на развитии информационно-электронных услуг, как основе электронного государства, а на постиндустриальном развитии (экономическом, сельскохозяйственном и др.), и далее уже можно переходить к услугам..." .

В продолжительной сессии на тему механизмов и современных технологий построения электронного правительства своим мнением поделились министр информационных технологий, связи и средств массовой информации Нижегородской области

родской области Сергей Кучин, заместитель начальника Управления финансовых технологий Федерального казначейства Владимир Матвеевко, руководитель региональных проектов компании PingwinSoft Евгения Василенко, президент Фонда содействия развитию технологий и инфраструктуры Интернета Александр Панов, профессор кафедры инноваций и бизнеса в сфере информационных технологий факультета бизнес-информатики Высшей школы экономики Владимир Ниесов.

С.Кучин в своем выступлении попытался ответить на вопрос: налаженная система межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) – миф или реальность? По его словам, мы активно развиваемся в этом направлении, только необходимо решить ряд существенных проблем по решению данной задачи в регионах. "Электронное правительство, электронные услуги, СМЭВ – это точно не миф, это тот тренд, по которому надо двигаться..." , – резюмировал свое выступление докладчик.

В.Матвеевко рассказал о перспективах развития государственной автоматизированной системы (ГАС) "Управление". Текущие решения, разработанные в рамках ГАС "Управление", направлены на решение ведомственных задач и плохо адаптированы для межведомственного взаимодействия. Как следует из доклада, с 1 января 2013 года запрос информации у федеральных и региональных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления будет осуществляться исключительно через ГАС "Управление".

Е.Василенко рассказала о реализации концепции электронного правительства при использовании свободного программного обеспечения и комплексной автоматизации служб документационного обеспечения ведомств.

В рамках круглого стола участники обсудили актуальную проблему "информационного неравенства". Данная тема вызвала живой отклик у всех собравшихся и постепенно перешла в горячую дискуссию о том, с чего началось это неравенство и как его преодолеть.

Второй день работы конференции начался с заседания, посвященного развитию информационного общества в регионах (муниципалитетах). Прозвучали доклады об основных приоритетах перехода от электронного к открытому правительству, инструментах взаимодействия региональных и муниципальных органов власти с гражданами, о системе обучения "электронный гражданин" (мерах правительства по

обучению населения различных возрастных групп компьютерной грамотности). Последнюю тему очень ярко, интересно представила Мария Лазарева, заместитель председателя рабочей группы Общественной палаты РФ по развитию информационного общества. Спикерами выступили Михаил Бунчук, специалист по программам департамента информационных технологий Всемирного банка и Алексей Буньков, советник Департамента создания и развития информационного общества Минкомсвязи РФ.

Было уделено внимание опыту создания электронных регионов и муниципалитетов. О промышленной эксплуатации СМЭВ в Тюменской области рассказал Александр Албычев, директор Департамента информатизации Тюменской области. Валерий Курошин, заместитель руководителя Департамента информационных технологий и связи Самарской области, рассказал об опыте создания электронного правительства в своем регионе. Алтайский край представил Андрей Бобров, заместитель директора МФЦ по информационным технологиям.

Работу конференции завершила экспертная сессия от компании "НЕОЛАНТ", посвященная информационно-аналитическим технологиям и ГИС. Генеральный директор этой компании Наталья Резина представила уникальную концепцию по сбору, анализу, обработке и визуализации данных. Андрей Ключенко, заместитель руководителя Департамента информационных технологий, связи и безопасности Министерства промышленной политики, транспорта и связи Омской области и Сергей Коровкин, главный конструктор по информатизации Ассоциации экономического взаимодействия субъектов РФ Центрального федерального округа "Центрально-Черноземная", поделились опытом разработки информационно-аналитической системы и поддержки ее регионом.

Информационное общество в России находится на стадии активного развития, поэтому данная тема продолжает оставаться одной из самых актуальных и обсуждаемых. В связи с этим, участники отметили безусловную полезность конференции, а также высокий уровень профессионализма докладчиков.

Мы благодарим всех гостей мероприятия и будем рады видеть их снова на 8-й всероссийской конференции "E-government-2013". ■

Н.Золотухина  
zolutuhina@infor-media.ru