

Литература

1. *Таненбаум Э.* Компьютерные сети. 4-ое издание. Питер, 2003.
2. Интернет-адрес: www.unicore.eu
3. *Томашевский Р. М., Серикова Н. В.* Реализация GRID-сети под управлением ОС WINDOWS // Сборник работ 65-й науч. конф. студентов и аспирантов БГУ. Минск, 2008. С. 154–157.
4. *Шнайер Б.* Прикладная криптография. 2-е издание. 1995.
5. Интернет-адрес: www.securityportal.ru
6. *Ноутон П., Шилдт Г.* Java 2. Петербург, 2006.
7. Интернет-адрес: www.bouncycastle.org.

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПО ОДНОМОДОВОМУ ОПТИЧЕСКОМУ ВОЛОКНУ

Р. А. Федоров, А. Л. Чиж, С. А. Малышев

ВВЕДЕНИЕ

Использование оптоволоконной линии для приема/передачи информации от различных датчиков или удаленных приемопередающих модулей требует также прокладки медного кабеля для обеспечения их электропитания.

Эта технология дороже передачи электропитания по металлическим кабелям, но в некоторых приложениях ее применение может быть оправдано. Например, в системах с повышенным уровнем электромагнитных помех или в системах с агрессивными и взрывоопасными средами, где требуется обеспечить пожаро- и взрывобезопасность от искрения контактов и необходимо защищать металлические проводники от взаимодействия с компонентами среды. Системы передачи электропитания по оптоволоконной линии очень важны в медицинском диагностическом оборудовании при осуществлении различного рода исследований, где используют зондирование организма человека. Возможно применение оптоволоконной линии для обеспечения электропитанием распределенных датчиков в бортовой аппаратуре, при этом достигается значительное улучшение массогабаритных характеристик. Данная технология может использоваться также в различных системах, где технологически нет места для прокладки дополнительного кабеля питания, или его прокладка связана с большими материальными затратами (оборудование в шахтах, видеокамеры наблюдения).

1. АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ И ЕЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

В общем случае волоконно-оптическая система передачи состоит из удаленного и центрального модулей. Стандартная система (рис. 1а) со-

стоит из блока питания 1, обеспечивающего питание по металлическим проводам как центрального модуля, так и удаленного.

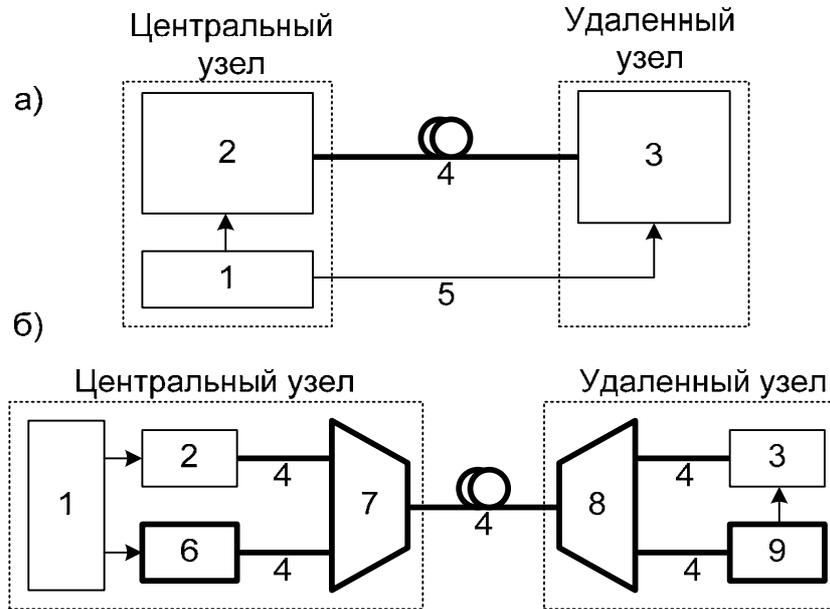


Рис. 1. Волоконно-оптическая системы передачи аналоговых СВЧ сигналов к удаленным приемопередающим модулям:
 а) система с передачей электропитанием по металлическому кабелю;
 б) система с передачей электропитанием по оптоволокну. 1 – блок питания; 2 – центральный приемопередающий модуль; 3 – удаленный приемопередающий модуль; 4 – оптоволокну; 5 – металлический кабель; 6 – оптический источник; 7 – мультиплексор; 8 – демультиплексор; 9 – фотогальваническая батарея

Система передачи данных состоит из лазера 2, излучение которого вводится в оптоволокну 4 и принимается фотодетектором удаленного модуля 3. Рассматриваемая нами система (рис. 1б) состоит также из двух модулей – центрального и удаленного. Блок питания в данном случае питает по металлическим проводам 5 два лазера – один создает информационный сигнал (2), другой – мощное излучение для электропитания удаленного модуля (6). Далее оба излучения смешиваются с помощью мультиплексора 7 и вводятся в оптоволокну 4, которое обеспечивает передачу к удаленному модулю. Переданное по оптоволокну излучение с помощью демультиплексора 8 разделяется на две составляющие, которые подаются на соответствующие элементы. Информационный сигнал регистрируется фотодетектором 3, а мощное излучение для электропитания модуля преобразуется фотогальванической батареей 9, которая преобразует его в электроэнергию для питания удаленного модуля.

Система передачи электропитания по оптоволокну имеет ряд ограничений, которые имеют фундаментальные причины. Но с помощью аккумуля-

ратного подбора различных компонентов системы, доступных на сегодняшний день, можно добиться максимального результата.

Источники излучений для оптоволоконна на сегодняшний день разработаны хорошо, их КПД приблизился к максимально возможному. Их КПД может составить порядка 60–70%, если использовать полупроводниковые лазеры. Единственной проблемой является малая мощность у полупроводниковых лазеров.

Разъемы между оптоволоконном и лазером, а также оптоволоконном и фотодиодом не вносят столь существенных потерь, их КПД порядка 95% – 98%, поэтому их можно не рассматривать. Их потери можно считать потерями лазера и фотодиода, чтобы не рассматривать отдельно.

Само оптоволоконно является стандартным, оно имеет минимально возможное рассеяние на интересующих нас частотах. Иногда используется нестандартное оптоволоконно, большого диаметра, но такое волокно дорого, оно может быть необходимо для уменьшения плотности излучения, то есть для уменьшения влияния нелинейных эффектов [1].

Фотодиоды используются в основном для регистрации сигналов, но их в принципе можно эффективно использовать для целей получения электрической энергии из монохроматического мощного излучения, создаваемого полупроводниковыми лазерами.

При использовании системы с одним волокном для передачи питания и передачи информации, существенным оказывается выбор мультиплексоров и демультиплексоров с разделением по длине волны. Так как излучение питания очень мощное (~1 Вт), а информационный сигнал обычно совсем слабый (менее 1 мВт), то данные устройства (в особенности демультиплексоры) являются важными устройствами для качественного отделения информационного сигнала, с вероятностью получения ошибок при приеме информационного излучения, находящемся на приемлемом уровне.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОГАЛЬВАНИЧЕСКИХ БАТАРЕЙ

Первая и довольно важная часть системы – это преобразователь оптической энергии (фотогальваническая батарея). В эксперименте использовались два вида преобразователей и было собрано два различных варианта схемы преобразования лазер – оптоволоконно – фотогальваническая батарея. В первом варианте использовался лазер с резонатором Фабри-Перо, стандартное одномодовое волокно Corning SMF-28e и кремниевый *pin*-фотодиод. Во втором варианте использовался DFB-лазер, это же оптоволоконно и InGaAsP/InP *pin*-фотодиод.

Разработанная система передачи электропитания по оптоволоконно состоит из инъекционного InGaAsP/InP лазера Фабри-Перо с оптоволокон-

ным выводом, длиной волны генерации 1300 нм и выходной мощностью оптического излучения до 1 Вт, двух стандартных мультиплексоров 1300/1550 с разделением по длине волны, одномодового стандартного оптоволокна типа SMF-28e и фотогальванической батареи на основе *p-i-n* гетероструктур InGaAs/InP диаметром 2 мм, состыкованной с многомодовым оптоволокном.

Система способна обеспечивать электрическую мощность до 300 мВт с эффективностью преобразования оптической мощности в электрическую 40%. Передаваемая электрическая мощность системы при передаче на расстояния до 1 км ограничена эффективностью и критической мощностью излучения для фотогальванической батареи, а в случае передачи электропитания на расстояния свыше 10 км ограничена предельной мощностью оптического излучения одномодового оптоволокна вследствие вынужденного комбинационного (рамановского) рассеяния.

Литература

1. Арагвал Г. Нелинейная волоконная оптика / Пер. с англ. М.: Мир, 1996. 323 с.: ил.
2. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи: 3-е издание, дополненное. М.: Техносфера, 2006. 496 с.
3. Yasu T., Ohwaki J., Mino M., Sakai T. A stable 2 W supply optical-powering system // Photovoltaic Specialists Conference, 2000. Conference Record of the Twenty-Eighth IEEE. Date: 2000. P. 1614–1617.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КУМУЛЯНТНОГО АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА ФОТООТСЧЕТОВ С УЧЕТОМ ДИФФУЗИИ

Е. Ю. Шинкевич

Метод флуоресцентного кумулянтного анализа (ФКА) распределения числа фотоотсчетов во флуоресцентной флуоресцентной спектроскопии является одним из спектроскопических методов изучения вещества на одномолекулярном уровне без изменения термодинамического равновесия исследуемой системы [1]. Данный метод позволяет находить информацию о яркости молекул и их количестве в исследуемом объеме и основывается на приведении экспериментально полученных кумулянтов к математической модели, используя метод моментов, позволяющий приравнять теоретические и экспериментальные кумулянты [2].

В данном методе кумулянты выражаются в качестве функции от яркости q и числа молекул s для каждого флуоресцирующего вида молекул. Для молекул одного вида теоретические кумулянты интенсивности флуоресценции FK^k задаются как