

# РАЗДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ СМАРТЛИНКОВ

**С**оздан лабораторный образец смартлинка. Это многоканальное оптоволоконное соединение, способное автоматически без юстировки восстанавливать разорванные оптические цепи. Следующий этап – сделать это соединение двунаправленным, что возможно с помощью новой технологии разделения оптических сигналов.

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ОБРАЗЕЦ СМАРТЛИНКА

В опубликованных ранее статьях [1, 2] описывались устройство и принцип действия умных соединений – смартлинков и их применение для создания имплантируемых нейроинтерфейсов.

В 2009 году в НТЦ "Интрофизика" создан первый работоспособный лабораторный образец смартлинка, в котором реализована технология интеллектуальных многоканальных оптоволоконных соединений ИМКС (патенты Российской Федерации №№ 2270493 и 2350054) [3]. Схема лабораторного образца смартлинка показана на рис.1.

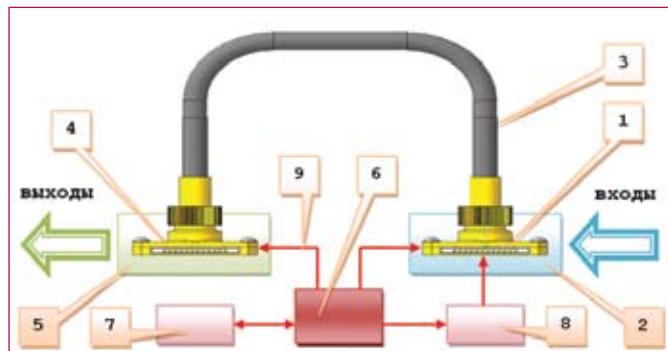
Образец смартлинка содержит передатчик, оптическую шину и приемник сигналов. Управление соединением смартлинка осуществляется микропроцессором с помощью коммутатора, реализованного на ПЛИС (рис.2).

Основа передатчика – гибридная микросхема, содержащая восемь полупроводниковых лазеров, излучающих в видимом диапазоне (длина волны 680–760 нм). Мощность излучения одного лазера – порядка 30–70 мВт. В качестве оптической шины использован оптоволоконный жгут диаметром 3 мм и длиной 500 мм с разрешающей способностью не менее 40 линий/мм. Многоканальный приемник – 16-элементная интегральная матрица рpн-фотодиодов с прямым доступом.

Смартлинк работает следующим образом. На входы лазерной матрицы, расположенной в микросхеме – источнике информации, подаются модулирующие излучение лазеров электрические импульсы. Излучение по оптической шине поступает к расположенной в приемнике информации матрице фотодиодов и преобразуется в поток электрических им-

пульсов. Каждый фотодиод подключен к реализованному на ПЛИС и управляемому процессором коммутатору.

При соединении оптошина подключается "как получится" к матрицам передатчика и приемника совмещением их оптических областей посредством установки в произвольном порядке ее концов в оптические разъемы микросхем. На входы матрицы-приемника сигналы от лазеров поступают в перепутанном виде. Чтобы получить нужный порядок подключения шины, процессор в начале работы устройства соединяется с матрицей передатчика и по особой процедуре проводит распознавание каналов связи. С помощью коммутатора такие каналы переподключаются на выходы коммутатора в заданном порядке, причем те из них, которые неработоспособны или дублируют уже имеющиеся, отключаются. Процедура распознавания и переподключения каналов производится однократно и никак не влияет на скорость передачи информации в дальнейшем.



**Рис. 1** Реализованная схема лабораторного образца смартлинка: 1 – микросхема с лазерным массивом (передатчик сигналов), 2 – коммутатор каналов на ПЛИС, 3 – оптическая шина, 4 – микросхема с массивом фотодиодов (приемник сигналов), 5 – коммутатор каналов на ПЛИС, 6 – процессор, 7 – блок памяти, 8 – система формирования тестовых сигналов, 9 – шина связи (используется только для начала регенерации)

<sup>1</sup> НТЦ "Интрофизика".

<sup>2</sup> Рыбинская государственная авиационная технологическая академия, кафедра «Вычислительные системы».

В случае нарушения связи, смартлинк обнаруживает это и проводит повторное распознавание каналов, реализуя, таким образом, свойство самовосстановления или регенерации связей. Кроме того, смартлинк способен, реализуя свойство полиморфности, программным путем изменять порядок подключения каналов шины.

В ходе исследований впервые удалось создать многоканальное оптоволоконное соединение, способное автоматически без юстировки восстанавливать разорванные оптические цепи даже при произвольном повороте жгута в разьеме на любой угол или при его смещении на величины порядка 0,1–0,2 диаметра. Удалось также осуществить одновременную передачу информации по четырем отдельным оптическим каналам, автоматически сформированным в одной оптошине на базе стекловолоконного жгута диаметром 3 мм.

### ПЛАСТИНЧАТЫЙ ДЕЛИТЕЛЬ СИГНАЛОВ

Недостатком разработанного изделия является невозможность использования одной оптошины для двунаправленного обмена информацией. В этой связи создание двунаправленного смартлинка является весьма актуальной задачей.

В настоящее время в технике уже используются делители светового сигнала в виде призм или полупрозрачных зеркал. Экспериментально установлено, что для передачи информации на двумерные матрицы такие делители малоэффективны, так как создают относительно большое расхождение пучков света, что резко снижает эффективность смартлинков вследствие возрастания уровня перекрестных помех. При использовании в качестве делителей сигнала призм или зеркал большое количество приемников-фотодиодов одновременно засвечивается сразу несколькими источниками – лазерами или светодиодами. В результате управляющий процессор отключает такие приемники как неработоспособные. Как следствие количество работающих каналов неприемлемо уменьшается.



Рис.2 Лабораторный образец смартлинка

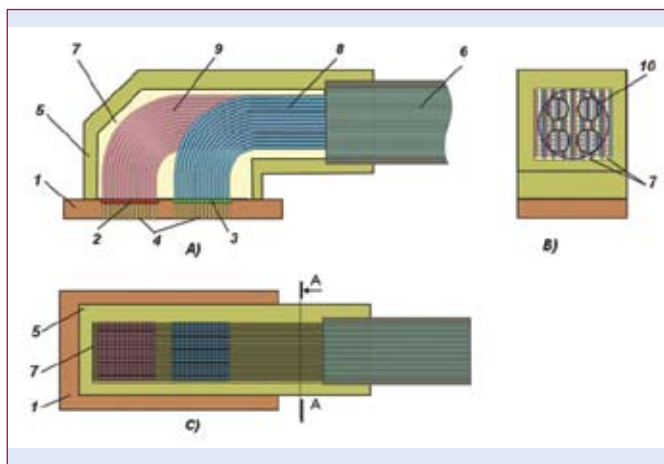


Рис.3 Многоканальный делитель сигналов для смартлинков: 1 – подложка, 2 – лазеры, 3 – фотодиоды, 4 – электрические контакты, 5 – корпус делителя, 6 – оптошина (световодный жгут), 7 – пластина с линейками световодов, 8 – линейка световодов приемников, 9 – линейка световодов передатчиков, 10 – области засветки оптошины входящим сигналом

Для повышения эффективности разделения оптического сигнала и уменьшения габаритов соединительного узла разработан многоканальный пластинчатый делитель оптических сигналов (заявка на изобретение №2009131971 от 24.08.2009 г.), конструкция которого показана на рис.3.

Пластинчатый делитель сигналов для смартлинков состоит из подложки (1) с массивами оптических передатчиков (2) и приемников (3). Электрическими контактами (4) они соединены с остальными элементами устройства, с которым обеспечивают обмен информацией. Над подложкой установлен корпус делителя (5), к которому присоединена оптошина (6) в виде жгута световодов или иного устройства.

Корпус делителя содержит набор пластин с смонтированными в них линейками световодов (7). С торцевой стороны пакета к делителю присоединяется оптошина. На каждой пластине с одной стороны расположены световоды оптических приемников (8), а с другой – световоды оптических передатчиков (9), идущие вдоль пластины таким образом, что линейки световодов оптических приемников начинаются от места соединения с оптошиной, плавно изгибаются и заканчиваются у массива оптических приемников; линейки световодов оптических передатчиков начинаются от места соединения с оптошиной, плавно изгибаются и заканчиваются у массива оптических передатчиков.

Устройство работает следующим образом. В оптошине лучи света от передатчиков (лазеров, светодиодов) распространяются по пучкам оптоволоконных световодов. Если размеры световодов в их линейках меньше, чем засвеченных пучков, поступающий из них свет будет делиться на несколько частей, половина которых попадет на световоды линейки оптических приемников и будет доставлена к фо-

одиодам фотоприемного массива, обеспечивая прием информации из оптошины.

Так как другая половина пучков световодов оптошины соединена с линейками световодов оптических передатчиков, импульсы света из массива этих передатчиков будут попадать на эту половину площади оптошины, обеспечивая передачу в нее информации.

Таким образом, предложенная конструкция делителя обеспечивает одновременный прием из оптошины и передачу в нее информации.

Применение предложенного изобретения позволяет:

- осуществить одновременный прием и передачу информации в оптошину, обеспечивая ее двунаправленную работу;
- повысить эффективность использования ресурсов смартлинков за счет снижения уровня перекрестных помех.

Приведенная схема делителя изготавливается из однотипных деталей и позволяет обходиться без фокусирующих микролинз и микропризм, что повышает ее технологичность и снижает стоимость. Предполагается, что подобный делитель можно будет использовать в высокоскорос-

тных многоканальных оптических USB-устройствах нового поколения.

В связи с разработкой новых типов смартлинков НТЦ "Интрофизика" заинтересован в сотрудничестве с организациями, имеющими опыт работы с полосковыми оптическими волноводами и обладающими технологиями, позволяющими реализовать приведенную в настоящей статье схему пластинчатого делителя сигналов.

Работа проводилась при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям России (ГК от 01 июня 2009 г., №02.513.11.3449).

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Никитин В.С.** Многоканальные оптоволоконные нейроинтерфейсы. – Наноиндустрия, 2009, № 13, <http://www.nanoindustry.su>.
2. **Никитин В.С.** Нейроинтерфейсы и эволюция Интернет. – Наноиндустрия, 2009, № 4, <http://www.nanoindustry.su>.
3. **Никитин В.С., Семенов Э.И., Ломанов А.Н.** и др. Смартлинки – умные соединения. – Фотоника, 2009, № 13, <http://www.photonics.su>.

### Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники

**Дж. М. Мартинес-  
Дуарт,  
Р. Дж. Мартин-  
Пальма,  
Ф. Агулло-Руэда**

Издание 2-е,  
дополненное

М.: Техносфера, 2009.  
– 368 с.  
ISBN 978-5-94836-209-0  
Цена: 325 р.



В данной книге подробно описаны основные физические концепции, связанные с нанонаукой и нанотехнологиями, и возможности создания на их основе микроэлектронных и оптоэлектронных приборов нового поколения.

В настоящее время издается много книг по новейшим разделам нанонауки, но почти отсутствуют учебники и пособия для студентов-старшекурсников и аспирантов, связанных с нанонаукой.

Предлагаемая книга восполняет этот пробел, так как представляет собой ценное учебное и справочное пособие для студентов, специализирующихся в физике, материаловедении и некоторых других технических дисциплинах. Кроме того, книга может представить интерес для ученых и инженеров-практиков, желающих глубже понять принципы нанонауки и нанотехнологии.

### Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности

**Л. Фостер**

М.: Техносфера, 2008.  
– 336 с.  
ISBN 978-5-94836-161-1

Цена: 420 р.



В предлагаемой книге авторы - известные ученые и бизнесмены, занимающиеся теоретическими и практическими проблемами нанотехнологий, - описывают состояние дел и перспективы их развития на ближайшее десятилетие, а также возможное воздействие нанотехнологий на глобальные процессы.

Книга предназначена для широкого круга читателей: научных работников, специалистов, а также студентов профильных учебных заведений.

#### Как заказать книги?

По почте: 125319, Москва, а/я 91  
По тел./факсу: (495) 956-3346, 234-0110  
E-mail: [knigi@technosphaera.ru](mailto:knigi@technosphaera.ru)  
[sales@technosphaera.ru](mailto:sales@technosphaera.ru)