

ВЕСЕННИЙ СЕМИНАР КОМПАНИИ CORNING В МОСКВЕ

19 апреля 2005 года компания Corning SNG (отделение в странах СНГ компании Corning, США) провела в Москве очередной традиционный апрельский семинар "Развитие технологий оптической связи — 2005". Семинар, как обычно, имел насыщенную программу. Кроме традиционного обзора рынка, представленного директором по маркетингу Ариной Корнильевой, и инженерных вопросов применения волокон (Сергей Акопов, инженерный отдел), эта программа включала сообщение о тенденциях развития оптических коммуникаций (по материалам оптоволоконной конференции OFC-2005), аналитический обзор достижений в области систем дальней связи (Сергей Тен — сотрудник компании Corning), анализ североамериканского опыта прокладки волокна к дому (технология FTTH) и эволюцию многомодовых волокон.

РЫНОК ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

В представленном обзоре А.Корнильева отметила стабильность рынка оптического волокна (ОВ) в 2004 г. и небольшой рост продаж оборудования волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) в целом. Вместе с тем при общей тенденции роста спроса на полосу пропускания каналов связи (как и в 2003 г. [1]) наблюдалось изменение спроса на ОВ в четырех основных сегментах рынка (в скобках даны размеры сегментов): дальняя связь (10%), городские сети (40%), сети доступа (45%) и ЛВС (5%). Так, в частности, спрос в сегментах дальней связи, городских сетей и ЛВС увеличился за год на 15%, а в сегменте сетей доступа наблюдался спад в Японии на 15% при росте на 20% в других странах.

Причины повышения спроса разные в разных сегментах: в дальней связи — это результат возникновения новых развивающихся рынков; в городских сетях и сетях доступа — спрос на широкополосность (вызванный потребностями технологии FTTH — волокно в дом); в локальных сетях — более активное внедрение оптических волокон, способных передавать 10-гигабитный Ethernet.

В России, как и в прошлом году, продолжался рост спроса на волокно, который, по сравнению с прошлым годом, составил 50%.

В кратком обзоре материалов конференции по оптоволоконным системам связи OFC-2005 содержалась информация о разработке улучшенной версии известного одномодового волокна с *ненулевой смещенной дисперсией* (NZ-DSF) Corning LEAF, оптимизированного для высокоскоростных сетей дальней связи (использующих, например, технологию плотного волнового мультиплексирования DWDM) и имеющего увеличенную *эффективную площадь поля моды*

$A_{\text{eff}} = 72 \text{ мкм}^2$ (обычно $A_{\text{eff}} = 55 \text{ мкм}^2$). Технологическое улучшение волокна LEAF связано с уменьшением уровня водяного пика затухания до 0,34 дБ/км (прежде он мог достигать 1 дБ/км) при сохранении неизменными остальных характеристик, в частности низкого значения *поляризационной модовой дисперсии* — ПМД [2]. Улучшенное волокно может быть с успехом использовано не только для систем DWDM, но и CWDM.

ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДАЛЬНЕЙ СВЯЗИ

Большой интерес у участников семинара вызвал обзор Сергея Тена "Оптические системы дальней связи: последние тенденции развития", который был во многом созвучен его обзору "Высокоскоростная связь: 40 Гбит/с и выше", представленному на прошлом семинаре [1].

Развитие оптических систем дальней связи за последние 10 лет шло по пути увеличения скорости передачи (2,5–10–40 Гбит/с) и длины регенерационного участка. В отсутствие оптических усилителей (ОУ) его длина была равна 40 км, т.е. протяженности самого длинного стандартного пролета L-16.1 (при скорости 2,5 Гбит/с на ОВ типа G.652 и несущей 1310 нм, 1995 г.). С появлением ОУ она увеличилась при той же скорости и на том же ОВ до 80 км (L-16.2, несущая 1550 нм, см. ITU-T G.707, версия от 3.96) для одного пролета (или усилительного участка), а для *многопролетной схемы* (с применением 5–7 промежуточных линейных ОУ) — до 480–640 км.

Увеличение скорости передачи до 10, а потом до 40 Гбит/с, формально ведет к уменьшению длины регенерационного участка из-за роста влияния дисперсии. Однако это влияние успешно устраняется модулями компенсации дисперсии (DCM) [1]. Совместное использование двух типов ОУ — эрбиевых (EDFA) и рамановских (использующих встречную накачку, начинающуюся на дальнем конце участка), привело к удвоению длины пролета (до 160 км, 2002 г.), хотя длина регенерационного участка, определяемая допустимым уровнем *битовых ошибок* BER, оставалась на уровне 640 км. Использование ОВ LEAF (типа G.655) с увеличенной эффективной площадью поля моды и уменьшенным значением ПМД позволяет увеличить длину пролета до 190 км, а длину регенерационного участка до 760 км, однако и в этом случае дальнейшее увеличение длины участка возможно только за счет улучшения BER.

Важно, однако, знать, какая длина регенерационного участка может считаться оптимальной. Анализ типов трафика в сетях показал (данные компании Yankee Research), что доминирующим в сетях (начиная с 1998 г.) стал трафик Интернета, прогноз развития которого оценен в 100% роста в год вплоть до 2010 года. Из других источников (A.Dwivedi, NFOEC 2000) известно, что значительная часть трафика Интернета и данных передается на расстояние от 2000 до 7500 км (при статистически средней длине соединений 2700 км).

Н.Слепов
nslepov@online.ru



Вместе с тем известно, что улучшения BER можно достичь, помимо применения рамановских усилителей, путем использования *упреждающей коррекции ошибок* (FEC) и помехоустойчивых методов модуляции. При этом требуемый для нормальной работоспособности высокоскоростных систем SDH уровень BER должен составлять 10–15, что соответствует минимальному фактору качества Q (играющему роль бюджета мощности) порядка 18 дБ для скорости передачи 10 Гбит/с. Желательно, чтобы бюджет по Q-фактору составлял 22–23 дБ с превышением минимальной величины на 4–5 дБ для компенсации различного рода ухудшений в работе оборудования.

С.Тен констатировал, что бурное развитие Интернета на рубеже 1998–2000 гг. привело к дефициту полосы пропускания и стимулировало постройку новых сетей, оптимизированных под передачу данных, доставляемых клиенту на большие расстояния. Одновременно производители оборудования вынуждены были модернизировать тракт передачи путем введения FEC и применения более адекватных методов модуляции для увеличения отношения сигнал/шум до требуемого уровня. Для этого пришлось задействовать целый арсенал технических средств, основанных на передовых технологических решениях. Задача осложнялась тем, что (безотносительно к дальности передачи) только сам факт перехода на более высокие скорости – с 2,5 на 10 Гбит/с и далее с 10 на 40 Гбит/с (стандартные скорости иерархии SDH) – требовал пропорционального увеличения отношения сигнал/шум на 12 дБ (6+6) при росте скорости в 16 раз (4x4) [1].

Одно из известных мощных средств улучшения отношения сигнал/шум – коды Рида-Соломона (RS). В обзоре С.Тена показано, что использование первого поколения этих кодов позволяет снизить минимально необходимое значение Q с 18 до 11,5 дБ (что эквивалентно выигрышу в отношении сигнал/шум в 6,5 дБ или снижению требований к BER с 10^{-15} до 10^{-4}). Расплата за это – усложнение оборудования и кодовая избыточность 7%. Последовательное применение кодов RS (соответствующее кодам RS второго поколения) позволяет снизить минимальное значение Q до 8,5–9 дБ. Это эквивалентно выигрышу в отношении сигнал/шум в 9–9,5 дБ или снижению требований к BER до $4 \cdot 10^{-3}$, хотя и требует дальнейшего усложнения оборудования и кодовой избыточности 10–20%.

Наконец, использование нового класса кодов – турбо-кодов с мягким порогом принятия решения – позволяет еще больше снизить минимальное значение Q – вплоть до 6,2 дБ (эквивалентно выигрышу в отношении сигнал/шум в 11,8 дБ или снижению требований к BER до $2 \cdot 10^{-2}$). При этом оборудование усложняется еще большее, а кодовая избыточность достигает 20–25%.

Другое средство – адекватные методы линейного кодирования – не столь радикально. Так, применение метода с возвращением к нулю RZ вместо метода без возвращения к нулю NRZ позволяет улучшить Q-фактор (при том же отношении C/Ш) благодаря более открытой глазковой диаграмме, только на 1–1,5 дБ. Однако при его использовании можно увеличить длину регенерационного участка до 1000 км (при скорости 10 Мбит/с). Примерно те же результаты дает *чирпованный* (с дополнительной линейной частотной модуляцией – ЛЧМ) RZ-метод (CRZ), но его использование позволяет для той же скорости увеличить длину регенерационного участка до 1500 км. Лучший результат демонстрирует комплексный метод линейного кодирования, объединяющий метод RZ с дифференциальной фазовой манипуляцией (DPSK) и позволяющий уменьшить требуемое отношение сигнал/шум на 4 дБ. Плата за него – также очень высокая сложность приемопередатчика.

Если одновременно использовать все возможные преимущества трех способов/средств увеличения Q: кодов коррекции ошибок RS

1-го/2-го поколения (до 9,5 дБ), усилителей Рамана (до 5 дБ) и методов линейного кодирования RZ/CRZ (до 1,5 дБ), то можно добиться выигрыша в Q порядка 16 дБ. Такой выигрыш позволяет увеличить длину регенерационного участка до 5000–2000 км, в зависимости от скорости передачи (10 или 40 Гбит/с). Некоторые пояснения и дополнительные технические подробности решения данной проблемы будут изложены в наших последующих публикациях.

ВОЛОКНО К ДОМУ

Второй обзор Сергея Тена "FTTH – Североамериканский опыт прокладки волокна к дому: экономическое обоснование проекта" – был посвящен уже рассматриваемой на семинарах компании Corning теме предоставления услуг *широкополосного доступа* (ШД), в частности, услуги "волокно к дому", которую ранее мы уже освещали [1]. На данном семинаре упор был сделан на экономические аспекты проблемы: объем рынка, планы реализации в разных странах, динамика рынка услуг FTTH, экономическая модель ШД, использование технологий PON и Ethernet как наиболее адекватных для реализации услуг ШД.

С.Тен прежде всего отметил, что объем мирового рынка ШД на конец 2004 года составил 150 млн. абонентов и продолжает расти, а в ближайшие четыре года, возможно, удвоится. Доминирующей на нем является технология xDSL (68,5%), тогда как доля технологий FTTH (включая FTTH) составляет 1,5%. Хотя FTTH рассматривается как наиболее перспективная технология, ее доля растет пока только в США и Японии, но в перспективе будет расти в странах Юго-Восточной Азии в целом.

Причины роста ШД – позитивное изменение законодательства, падение цен на оборудование (затраты на подключение одного абонента снизились в 5 раз и составляют 1000 долл.), привлекательность услуги "три в одном" (телефон, Интернет и видео), неудовлетворенность клиентов традиционными операторами телефонных услуг. В цену оборудования обычно включается часть цены на развертывание сетевой инфраструктуры и цена собственно оборудования.

Учитывая, что в сетях ШД используются две технологии: ATM и Ethernet, FTTH использует *пассивные оптические сети* PON различных стандартов (APON, GPON, EPON) или активные сети гигабитного Ethernet. Сеть PON использует топологию дерева, ствол (магистральная часть) которого разветвляется сплиттером на 32 (APON, EPON) или 64 (GPON) абонентских выхода, а в сети Ethernet применяется топология точка-точка. При этом для обеих топологий максимальное расстояние составляет 20 км, а скорость передачи зависит от используемой технологии (все цифры в Мбит/с): 155/622 (APON), 155/622/1244/2488 (GPON), 1244 (EPON, Ethernet). Более подробно использование PON для сетей ШД будет рассмотрено в последующих номерах журнала.

В обзоре представлены две основные экономические модели: открытая и замкнутая. В соответствии с открытой моделью владельцем сети выступает сетевой оператор, предлагающий услуги сервис-провайдерам, от которых он получает доход. Замкнутая модель предусматривает, что сетевой оператор не только владеет сетью, но и является сервис-провайдером.

Для обеих моделей базовой является программа моделирования капиталовложений (CAPEX) и окупаемости проектов FTTH, разработанная компанией Corning. Эта программа рассчитывает CAPEX на основе архитектуры FTTH, вычисляет затраты на эксплуатацию, движение денежных средств, доходность и окупаемость. В обзоре содержится подробный модельный пример этапов расчета основных параметров для сети PON, принадлежащей мэрии "типичного сред-

Таблица 1. Новые стандарты и спецификации на многомодовое волокно

Стандарт	Документ	Описание
TIA/EIA	492AAAA	Традиционные 62,5-мкм волокна с OFL BW 160/500 МГц·км на 850/1300 нм
	492AAAB	Традиционные 50-мкм волокна с OFL BW 500/500 МГц·км на 850/1300 нм
	492AAAC	Волокна 5- мкм, оптимизированные для лазерного диода (ЛД) с EMB 2000 МГц·км на 850 нм
IEC	60793-2-10	Тип A1a.1 – традиционные 50-мкм волокна с набором полос пропускания
		Тип A1a.2 – волокна 50-мкм, оптимизированные для ЛД с EMB 2000 МГц·км на 850 нм
		Тип A1b – традиционные 62,5-мкм волокна с набором полос пропускания
ISO	11801	Тип OM1 – традиционные 62,5-мкм волокна с OFL BW 200/500 МГц·км на 850/1300 нм
		Тип OM2 – традиционные 50-мкм волокна с OFL BW 500/500 МГц·км на 850/1300 нм
		Тип OM3 – волокна 50-мкм, оптимизированные для ЛД с EMB 2000 МГц·км на 850 нм

него города США" площадью 92 км² с населением 130 тыс. чел., 29 тыс. жилых домов и 2400 офисов. Расчеты показывают, что в таком городе уровень CAPEX достигает 67 млн. долл. (кабель и прокладка составляют около 30 млн. долл., или 44%, – наибольшая доля, цена оборудования – 36%, а разработка проекта и менеджмент – 18%), стоимость эксплуатации – 3 млн. долл. в год, а срок окупаемости – 5–6 лет, причем этот срок сильно зависит от ценовой политики и популярности видеослужб.

МНОГОМОДОВЫЕ ВОЛОКНА

Руководитель инженерного отдела российского отделения Corning Сергей Акопов представил новые материалы компании по многомодовым (ММ) волокнам, в частности по методам измерения полосы пропускания (BW), а также новым стандартам и спецификациям ММ-волокон.

Современные лабораторные и производственные методы, разработанные для измерения BW, направлены на то, чтобы получать более достоверные данные о ее значениях, коррелирующие с реально полученными данными эффективной полосы пропускания, измеренной в "поле" в процессе эксплуатации. Ниже представлены основные четыре метода и описывающие их стандарты:

- 1) OFL BW – Overflow Bandwidth – метод измерения BW ММ ОБ при полном заполнении светом (возбуждаемым от СИД) его сердцевины; соответствует стандартам TIA FOTP 204 и IEC 60793-1-41, используется для окон 850 и 1300 нм;
- 2) RML BW – Restricted Mode Launch Bandwidth – метод измерения BW ММ ОБ при ограниченном возбуждении мод (частичном заполнении ОБ светом, возбуждаемым от ЛД типа VCSEL), соответствует стандарту TIA FOTP 204, используется для окон прозрачности 850 и 1300 нм;
- 3) DMD MS BW – Differential Mode Delay Mask Set Bandwidth – метод измерения BW ММ ОБ на основании дифференциальной модовой задержки (DMD), измеренной с помощью установки маски, пропускающей возбуждаемое источником световое пятно; соответствует стандартам TIA FOTP 220 и IEC 60793-2-10;
- 4) min EMBс – Minimum Effective Mode Bandwidth – метод измерения минимальной эффективной модовой полосы пропускания, основанный на знании радиального распределения мощности световой энергии источника и ее минимизации по множеству стандартных источников; он соответствует стандартам TIA FOTP 220 и IEC 60793-2-10.

Первый метод и полученные с его помощью данные целесообразно использовать в тех случаях, когда источником излучения в системе с ММ ОБ является СИД, второй – когда таким источником является VCSEL. Как правило, эти данные, т.е. измеренная полоса, не коррелируют между собой, а значит, не могут быть использованы произвольно (без привязки к типу источника излучения) для расчета СКС с ММ ОБ.

Третий метод основан на формировании с помощью маски светового пятна излучения диаметром 5 мкм. Это пятно в зависимости от положения на плоскости среза ММ ОБ возбуждает свой набор мод. Измеряя интенсивность пучка и DMD для данного набора, например при смещении/сканировании пятна по радиусу ОБ, можно оценить радиальное распределение мощности излучения произвольного источника, а затем пересчитать его на полосу BW.

Четвертый метод фактически основан на измерениях временных откликов волокна $u_i(r, t)$, полученных с помощью третьего метода, оценивающего радиальное распределение мощности излучения. В этой оценке нужно использовать, по крайней мере, 10 различных весовых функций $w_i(r)$ (для 10 позиций пятна, соответствующих номеру шага i радиального сдвига пятна). Затем, используя свертку функций $u(r, t)$ и $w(r)$, нужно вычислить функцию мощности оптического сигнала $P(t)$, определить время ее нарастания в границах 10–90% и, наконец, оценить $BW = 0,35/\text{время нарастания}$.

Кроме общего метода вычисления EMBс, использующего DMD-маски, можно применить упрощенную схему получения min EMBс путем оценки EMBс для нескольких стандартных источников и выбора минимального значения из полученного набора значений. Этот метод универсален и может заменить все три предыдущие.

Указанные методы измерений применимы к новым стандартам TIA/EIA, IEC и ISO и спецификациям на волокно, представленным в табл. 1

В сообщении С.Акопова приведены следующие соответствия типов волокон, представленных в таблице и производимых компанией Corning [3]: 492AAAA, A1b, OM1 соответствуют волокнам Corning InfiniCor 300 и CL-1000; 492AAAB, A1a.1, OM2 – волокнам Corning InfiniCor 600 и SXi; 492AAAC, A1a.2, OM3 – волокнам Corning InfiniCor SX+ и eSX+.

В табл. 2 приведены оценки показателей широкополосности BW, полученные разными методами для различных ММ ОБ компании Corning для длины волны источника 850 нм (показатели BW для 1300 нм помечены звездочкой).

Таблица 2. Оценки показателей широкополосности ММ ОБ

Марка волокна	OFL BW	RML BW	min EMB
62,5/125 (62,5 мкм)	160, 200	–	–
InfiniCor 300 (62,5 мкм)	200, 500*	220	–
InfiniCor CL-1000 (62,5 мкм)	–	385	–
InfiniCor 600 (50 мкм)	500, 500*	510	–
InfiniCor SXi (50 мкм)	700, 500*	–	850
InfiniCor SX+ (50 мкм)	1500, 500*	–	2000
InfiniCor eSX+ (50 мкм)	–	–	4000

Итоги семинара подвел С.Акопов, который осветил также инженерные проблемы, связанные с применением оптических волокон и касающиеся области их применения, обновления данных по надежности ОБ, а также другие практические вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Слепов Н.Н. Зимний семинар компании Corning в Москве. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2005, №1, с.64–65.
2. Оптическое волокно LEAF фирмы Corning. Описание изделия. – Corning Inc., 2005.
3. Решения LANscape. Каталог продукции. – Corning Cable Systems, 2005.



Сегодня в условиях стремительного развития высоких технологий трудно не задаваться вопросом: а что же дальше? Что будет формировать и сотрясать завтрашние рынки в этой области? Отвечать на такой вопрос становится все труднее. И тем интереснее мнение тех, кто стремится разглядеть будущее, особенно если это такая известная организация, занимающаяся изучением тенденций развития новых технологий, как Баттельский технологический институт. Последняя работа института по изучению тенденций до 2020 год продолжает ряд десятилетних прогнозов Баттеля, выпускаемых с 1995 года. В свое время его специалисты предсказали развитие таких технологий, как плоские панели, телевидение высокого разрешения и другие. Сегодня Баттельский институт называет десять наиболее стратегически важных технологий, которые будут формировать бизнес и наш мир к 2020 году.

Наномашины. Микроскопические машины произведут революцию в различных отраслях промышленности и смогут выполнять разнообразную работу: от обогрева дома до лечения онкологических заболеваний. Уже сегодня потенциальные области применения нанотехнологии обширны и продолжают расширяться. По оценкам Баттеля, одной из самых важных их них к 2020 году станет медицинская промышленность. "Мы создадим наномашину, которая сможет проникать в тело, находить и уничтожать отдельные клетки рака, не нанося при этом вреда здоровым клеткам", – говорит научный руководитель Баттельского института Кевин Придди. Другие возможные функции наномашин – доставка лекарства в локальные области тела, чистка кровеносных сосудов, лечение сердца, мозга и других органов без операционного вмешательства.

Вездесущая компьютеризация. Мир будет постоянно контактировать с миниатюрной, беспроводной, высокоомобильной, мощной и персонализированной вычислительной техникой, имеющей доступ к сети. Такие компьютеры, по-видимому, сначала появятся на рынке в виде часов или драгоценностей с возможностями мобильного телефона и компьютера. В конечном итоге компьютеры будут встроены в одежду и, возможно, имплантированы под кожу.

"Мощные" энергетические системы. Разработки новейших перспективных батарей, недорогих топливных ячеек и микрогенераторов электрической энергии превратят многие электронные изделия и приборы в мобильные устройства. Децентрализованные источники энергии будут широко распространены, доступны по цене и безвредны для окружающей среды. Эти новые высокоомощные, распределенные энергетические системы станут резервными, если не первичными источниками питания бытовой техники, дома и транспортных средств. Переход к топливным ячейкам будет сопровождаться дальнейшим совершенствованием батарей, возможно солнечных, и малогабаритных генераторов, питаемых природным газом.

Интеллектуальные товары и приборы. Прогресс в области квантовой вычислительной техники приведет к появлению более мощных компьютеров и электронных устройств малых размеров, которые приведут к стремительному развитию "интеллекта" бытовой техники и других изделий. К таким приборам относятся телефоны со встроенными обширными телефонными справочниками; интеллектуальные продуктовые упаковки, которые сообщают духовке, как готовить данный продукт; холодильники, способные

помочь их владельцу составить список необходимых продуктов и сообщить, в каком магазине цена на них лучше.

"Зеленая" интегральная технология (GrinTech). Глобальный эффект перенаселения, опасения глобального изменения климата и горы отходов выдвигают проблемы сохранения окружающей среды на передний план. Новые технологии смогут их решить за счет создания систем, которые позволят не только сократить количество отходов, а и вовсе уничтожить их. GrinTech станет важнейшей технологией в сельском хозяйстве, горной и обрабатывающей промышленности и в транспортных средствах.

Персонализированный общественный транспорт. В борьбе с напряженной транспортной обстановкой новые информационные системы автомобиля будут работать с центральной системой управления движением, предлагая водителям самый быстрый и удобный маршрут к пункту назначения. Пробки и недовольство водителей будут существенно ослабевать по мере развития сети отдаленных стоянок, где можно парковать свои машины и продолжить путь к центру города и пригородам, пересаживаясь на современные поезда.

Разработка пищевых продуктов и зерновых культур. Баттель предсказывает, что большая часть продуктов, продаваемых в супермаркетах, будет получена из генетически измененных фруктов, овощей и домашнего скота. С помощью геной инженерии исследователи получают зерновые культуры, которые смогут сопротивляться болезням и вредителям. Тем самым существенно сократится потребность в пестицидах и других химических реактивах.

Медицина и здравоохранение на генетической основе. В следующие 20 лет мы станем свидетелями взрыва медицинской технологии, вызванного генетическими исследованиями. Появится возможность обнаруживать и устранять многие генетически присущие человеку болезни прежде, чем они возникнут, возможно, даже в утробе матери.

Рынок заполняют новые фармацевтические препараты, порожденные генетическими исследованиями и способные лечить все: от жизнеопасных болезней до психиатрических отклонений и даже решать косметические проблемы. Некоторые из этих лечебных препаратов будут персонализированы с тем, чтобы удовлетворять уникальным требованиям личности. Баттельские предсказатели уверены, что за рассматриваемый период генетические исследования приведут и к клонированию необходимых для пересадки человеческих органов.

Недорогая и безопасная вода для всего мира. В течение прогнозируемого периода чистая питьевая вода может стать одним из самых дорогих товаров мира. Чтобы дефицит воды не вызвал кризиса, технология должна отвести эту угрозу совершенными системами фильтрации, обработки и доставки питьевой воды. Опреснение воды и извлечение ее из воздуха – два возможных решения этой задачи.

Сверхвысокая чувствительность. Сегодня самая горячая технология – формирование виртуального мира. Через 20 лет мы будем восхищаться "расширением действительности". Благодаря датчикам и электронной или генетической технологии появится возможность внедрять устройства, которые позволят лучше слышать или видеть дальше (даже в темноте).

Что же ждет электронику в свете этих прогнозов? Уже сегодня можно выделить наиболее перспективные направ-

ления работ, в первую очередь – это нанотехнология. Потенциальные области ее применения обширны и продолжают расширяться. Компании IBM, Hewlett-Packard, Intel уже говорят о переносных устройствах с объемом памяти 10^9 бит и об углеродных нанотрубках, способных заменить кремниевые микросхемы. По мнению компании Lux Research, занимающейся изучением рынка нанотехнологий, сегодня на базе нанотехнологий производится изделий на сумму в 13 млрд. долл. И хотя пока эта сумма невелика в сравнении с общей стоимостью производимых в мире товаров, в ближайшее время можно ожидать стремительного роста изделий нанотехнологии, а следовательно, и их рынка.

Способствует такому росту и объем финансирования работ в области нанотехнологий. По данным Национальной инициативы по нанотехнологии, сейчас в 23 федеральных ведомствах США ведутся разработки на сумму в 1,2 млрд. долл. Еще 400 млн. долл. на исследования в этой области затрачивают штаты страны, и более 1600 американских компаний разрабатывают эти технологии.

По мнению специалистов фирмы NanoMarkets LC, также проводящей исследования рынка нанотехнологий, важную роль будут играть электронные устройства на базе проводящих полимеров и гибких подложек. Согласно прогнозам фирмы, мировой рынок "пластмассовой электроники" к 2009 году составит 5,8 млрд. долл. При этом 46% этого рынка придется на долю средств отображения информации и 38% – на долю систем памяти.

Обширные новые области применения ждут беспроводных датчиков – от систем слежения и контроля до средств управления материально-производственными запасами, предсказания погоды, обнаружения несанкционированных вторжений и военной разведки. Датчики смогут устанавливать связь друг с другом с помощью стационарных наземных базовых станций, спутников, беспилотных летательных аппаратов или даже портативных электронных устройств.

Еще одна перспективная область электроники – микроэлектромеханические системы (МЭМС), которые найдут широкое применение в топливных элементах, генераторах мощности и портативных устройствах (цифровых фотокамерах, ручных компьютерах и т.п.). Правда, пока развитие МЭМС-технологии сдерживается отсутствием необходимого инструментария измерений и оценки их характеристик, особенно у малых фирм.

Интегрированные средства обработки и передачи данных уже изменили роль автомобильной электроники. Сегодняшний рынок уже готов к продаже средств непосредственной загрузки в автомобильные системы музыкальных и ТВ-программ, фильмов и электронных игр. В конечном итоге электронные системы автомобиля смогут подключаться к внешнему миру так же, как системы дома или офиса.

Следует отметить, что список новых и развивающихся рынков постоянно расширяется, тогда как источник финансирования их развития меняется. Несколько лет назад разработка перспективных технологий финансировалась в первую очередь военными ведомствами США, затем они передавались в коммерческий сектор и далее в сектор бытовой аппаратуры. Теперь же новейшая технология в первую очередь находит применение в бытовой технике, и этот сектор рынка в первую очередь питает электронную промышленность.



Углеродные нанотрубки атакуют рынок ТВ-экранов большого размера

По утверждению президента компании Applied Nanotech Зви Янива, углеродные нанотрубки в будущем станут основной технологией создания плоских ТВ-экранов размером 1x1,5 м. К 2007 году появится новое поколение безртутных плоских ламп на основе нанотрубок, которые заменят флуоресцентные лампы с холодным катодом при подсветке ЖК-экранов. Специалистами компании на базе запатентованных паст для углеродных нанотрубок и методов их нанесения создана лампа подсветки, отличающаяся по своей конструкции от используемых в ТВ-экранах ламп на базе нанотрубок с обычной триодной структурой. Лампа состоит из переднего стекла с люминофорным покрытием и заднего катодного стекла, на которое нанесены пасты углеродных нанотрубок. Изготовление ламп требует лишь проведения процесса трафаретной печати. А поскольку процесс печати позволяет получить лучшую однородность покрытия и более высокий выход годных в сравнении с методом выращивания углеродных нанотрубок, цена ламп будет достаточно низкой и приемлемой для рынка ТВ-экранов большой площади. Разработчики считают, что предложенная технология позволит создавать подсветки для экранов с диагональю ~0,9 м, потребляющих 50–60 Вт.

Компания Applied Nanotech не единственная, занимающаяся разработкой ламп подсветки для ТВ-экранов. Известно, что такие работы ведутся рядом дальневосточных фирм, в том числе Samsung.

Потребности в лампах на базе углеродных нанотрубок для подсветки ТВ ЖК-экранов, по мнению Янива, могут быть велики, поскольку плазменные экраны с диагональю менее 1,5 м не выдержат конкуренции с ЖК-панелями тех же размеров. А пока продажи плазменных ТВ-экранов размером 1x1,5 м, вытеснивших проекционные ЭЛТ рир-типа, стабильно растут. Но технология углеродных нанотрубок может помочь ЭЛТ отвоевать утраченные позиции на рынке больших ТВ-экранов.

Компания Applied Nanotech может столкнуться с конкуренцией со стороны фирмы Motorola, в лаборатории прикладных программ которой создана плоская эмиссионная панель на базе углеродных нанотрубок. Разработанная специалистами компании технология позволяет выращивать углеродные нанотрубки непосредственно на стекле. Для изготовления панели в основном требуется то же оборудование, что и для производства ЭЛТ. Необходимы лишь некоторые изменения процесса химического осаждения из паровой фазы и введения этапа осаждения катализатора. По оценкам аналитиков фирм iSuppli и DisplaySearch, стоимость изготовления панели с диагональю 1 м не превысит 400 долларов.

Компанией создан опытный образец новой панели, названной нано-эмиссионной (Nano-Emissive display – NED), с диагональю 12,5 см и толщиной 3 мм. По утверждению разработчиков, NED-панель по качеству воспроизводимого изображения не уступает, а иногда превосходит ЭЛТ-экраны.

www.eetimes.com/showArticle.jhtml?articleID=169400773

www.eetimes.com/showArticle.jhtml?articleID=162800270