

Цифровые технологии в энергосбережении

Владимир Бартнев (Москва)

На примере реализованного энергосберегающего проекта приводится описание основных элементов двухуровневой АСУ ТП, реализующей за счёт применения современных цифровых технологий эффективную и надёжную систему отопления.

Концепция

Сложившаяся во многих регионах России ситуация с отоплением характеризуется ростом числа аварий в отопительных системах городов и посёлков, что связано, прежде всего, с отсутствием должного финансирования профилактики, капитального ремонта и восстановления теплотрасс и отопительных систем ЖКХ. Восстановительные работы на отопительных системах в различных регионах страны очень дороги, трудоёмки и не всегда оправданы. Выходом из сложившейся ситуации может быть применение на наиболее важных объектах (в больницах, школах, административных зданиях и т.д.) альтернативных систем энергосберегающего отопления.

При построении таких систем применяется информационный подход, основанный на строгом учёте электроэнергии и целевом регулировании подачи электроэнергии к высокоэффективным обогревателям – инфракрасным потолочным излучателям. В данной статье описывается пример реализации подобной системы с использованием современных цифровых технологий в здании Волгоградского универсального спортивно-зрелищного комплекса (УСЗК) [1], где после аварии на теплоцентрали традиционная система отопления была заменена электрическим отоплением от управляемых датчиками инфракрасных потолочных обогревателей с суммарной мощностью около 1 МВт.

История

В середине 1990-х годов появились цифровые датчики температуры фирмы Dallas Semiconductors [2]. Прибор DS1820 – это представитель первого поколения цифровых датчиков, кото-

рые не требуют калибровки, обладают достаточно высокой точностью измерения температуры, работают в широком диапазоне температур и, главное, оборудованы уникальным однопроводным интерфейсом MicroLan (1-WIRE) [3], предложенным фирмой Dallas Semiconductors. Применение цифрового датчика температуры DS1820 (DS18S20) показало его высокую эффективность, и он стал широко использоваться при построении цифровых регуляторов температуры [4].

Вторым фактором, во многом определившим структуру энергосберегающей АСУ ТП, явился появившийся примерно в то же время микроконтроллер (МК) фирмы Microchip Technology Incorporated (далее Microchip) PIC16C84 (PIC16F84A) [5]. От МК типа PIC16C54 он отличался наличием встроенной флэш-памяти и сохранял в себе все преимущества идеологии PIC-контроллеров, в корне отличавшихся от господствовавших в то время микропроцессоров семейств MCS-48/51: во-первых, RISC (а не CISC) архитектура (соответственно, сокращённый в три раза набор команд), во-вторых, улучшенные нагрузочные параметры портов ввода-вывода и, наконец, низкая стоимость многократно программируемых МК.

Постоянная длина команды PIC-контроллеров позволяла создавать очень компактный код. Миниатюрность корпуса, хорошее быстродействие, встроенный таймер WATCHDOG, низкий ток потребления, доступное программное обеспечение, простота системы команд (всего лишь три десятка) – вот основные параметры, определившие выбор PIC-контроллеров для построения цифровых распределённых АСУ ТП модульного типа.

К середине 1990-х годов отопительная система централизованного теплоснабжения здания УСЗК пришла в негодность. Встал вопрос либо о полном капитальном ремонте традиционной конвективной системы, либо о переходе на отопительную систему нового типа на основе новых энергосберегающих технологий. При этом оказалось, что затраты на техническое перевооружение отопительной системы с использованием энергосберегающей системы и её эксплуатация существенно меньше, чем вложения в капитальный ремонт, что обусловлено высокой материалоемкостью конструкции и большими объёмами строительно-монтажных работ. К тому же на время проведения капитального ремонта надо было приостанавливать деятельность УСЗК.

Следует также учитывать, что спортивные сооружения УСЗК, кроме основного функционального назначения, стали местом проведения общественных мероприятий, театральными представлениями, коммерческих и технических выставок-ярмарок. Помещения сдаются в аренду под деловые и коммерческие офисы, магазины, склады и пр. Подобная универсальность необходима в условиях рыночной экономики. Поэтому предоставление отопительных услуг требовало индивидуального подхода к конкретному месту, конкретному времени и конкретному пользователю. Все эти соображения были положены в основу построения отопительной системы УСЗК многоцелевого назначения.

В феврале 1999 г. энергосберегающая система «Синтал Термолинк» была введена в эксплуатацию и заменила традиционную конвективную систему отопления. За несколько лет эксплуатации АСУ ТП был накоплен ценная информация о применении цифровых датчиков температуры, микроконтроллерных устройств и сетевых технологий. За это время появилось новое поколение цифровых датчиков температуры, расширился выбор микроконтроллеров, но опыт создания и эксплуатации цифровой распределённой АСУ ТП показал все преимущества концепции информационных, программируемых, распределённых систем.

Распределённая АСУ ТП может быть модернизирована уже на этапе испытаний с целью корректировки непредвиденных проблем или для улучшения тактико-технических ха-

рактических. Другим преимуществом программируемой модульной АСУ ТП является способность к глубокой самодиагностике как всей системы, так и отдельных модулей, что повышает надёжность изделий при минимальном обслуживании [5].

Позже, в 2003 г., все эти преимущества проявились при модернизации системы, направленной на расширение её информационных возможностей (объединение компьютеров в сеть, добавление GSM-модема для передачи экстренных сообщений, использование новой операционной системы LINUX).

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ АСУ ТП Волгоградского УСЗК

Модульная архитектура распределённой системы «Синтал Термолинк» реализована в г. Волгограде в четырёхэтажном Дворце спорта, включающем в себя, кроме главного спортивного зала, множество других помещений. Система работает, используя два уровня автоматического регулирования температуры объектов. Верхний уровень обслуживается центральными компьютерами и имеет наивысший приоритет над подключенными к сети локальными терморегуляторами, определяющими температуры нижнего уровня управления. Такая структура АСУ ТП, в отличие от централизованной, обладает повышенной надёжностью и сохраняет работоспособность даже при выходе из строя компьютеров верхнего уровня и/или локальной сети.

Около 100 цифровых датчиков DS1820 установлены непосредственно в помещениях, в которых необходимо поддерживать заданную температуру. Каждая группа из восьми датчиков связана однопроводным цифровым интерфейсом MicroLan с локальным модулем управления, установленным в силовом шкафу. Расстояние от наиболее удалённого датчика до локального модуля управления может достигать 300 м. Каждый локальный модуль управления принимает сигналы от датчиков и формирует управляющие сигналы для семисторных ключей, через которые запитываются нагревательные элементы инфракрасного типа. Каждый локальный модуль управления обеспечивает автономный режим регулирования температуры объекта и связан цифровым интерфейсом с центральным компьютером.

В здании УСЗК используется 17 локальных модулей управления и два

центральных компьютера. На компьютерах обрабатываются данные, поступающие от локальных модулей управления. Состояние объектов отображается в удобном для оператора виде на экране монитора. При этом кроме формуляров температуры и температурных уставок (с месячным программированием) по каждому локальному модулю, выводятся поэтажные графические планы с температурами всех датчиков.

Следует отметить, что команды управления, вырабатываемые центральными компьютерами, имеют наивысший приоритет и передаются соответствующим локальным модулям управления. Основным энергосберегающим эффектом системы достигается за счёт целевого автоматического выбора более низких температурных уставок в отдельных помещениях в определённые дни текущего месяца. Система энергосберегающего терморегулирования распределёнными объектами по месячной программе поддерживает заданные температуры в большом числе помещений комплекса с учётом времени суток и лимитов электроэнергии, выделяемых на теплоснабжение.

Дополнительный интерфейс центральных компьютеров подсоединён к двум тарифным счётчикам электроэнергии. Локальные модули управления состоят из двух компонентов: восьмиканальных цифровых регуляторов температуры и семисторных коммутаторов. Цифровые регуляторы температуры имеют следующие технические характеристики:

- диапазон регулируемых температур 0...30°C;
- шаг установки температуры 0,5°C;
- частота опроса датчиков 1 Гц;
- восемь цифровых датчиков температуры, одновременно подключаемых к одному регулятору;
- восемь выходных каналов управления, использующих оптронные ключи с контролем перехода фазы через ноль;
- однопроводной последовательный интерфейс к центральному компьютеру для повышения надёжности и помехозащищённости реализован по четырёхпроводной схеме;
- энергонезависимая память в цифровых регуляторах для сохранения температурных уставок.

Электрическая схема цифрового регулятора температуры локального модуля управления приведена на рисунке 1. Схема содержит два МК, ра-

ботающих в режиме master (D7) – slave (D8). Функции между МК разделены следующим образом: D7 опрашивает клавиатуру, управляет ЖКИ через дешифраторы D1 – D5, осуществляет обмен данными с компьютером; D8 принимает цифровые коды температуры от восьми датчиков, сравнивает их с температурными уставками и вырабатывает сигналы управления семисторами V1 – V8. Текущая температура отображается на семисегментном ЖКИ. Для просмотра температуры восьми каналов следует нажимать на кнопки «+» или «-». Выбрав таким образом канал и нажав на кнопку «*», можно увидеть температурную уставку этого канала, переданную из компьютера или, при работе без компьютера, с помощью кнопок «+»/«-» установить новую температурную уставку.

При обрыве или коротком замыкании датчиков на дисплей выводится сообщение ErrX, где X – номер канала. С помощью четырёх светодиодов индицируются наличие встроенного питания +5 В, работа интерфейса, состояние выхода каждого канала и неисправности контроллера и датчиков. Конструктивно цифровой регулятор выполнен в корпусе, закрепляемом на стандартную рейку.

Учитывая большую протяжённость соединений между центральными компьютерами и локальными модулями управления, большое внимание было уделено построению однопроводных удлинителей интерфейса. На рисунке 2 изображена схема передатчика последовательного интерфейса, подключаемого к разъёму последовательного порта центрального компьютера. На рисунке 3 показана схема приёмника последовательного интерфейса с преобразователем в интерфейс MicroLan. Для связи компьютера с локальными регуляторами используется четырёхпроводная схема на базе ИС типа ST485E. Проводка была выполнена двойным телефонным проводом типа ТРП. Силовые коммутаторы локальных модулей управления были применены двух типов: однофазные (25 А, 400 В) и трёхфазные (50 А, 600 В).

Дополнительной функцией АСУ ТП является пожарная сигнализация, т.е. формирование сигнала тревоги при превышении температуры 60°C любым датчиком, с автоматическим определением местоположения этого датчика. Для передачи экстренных сообщений

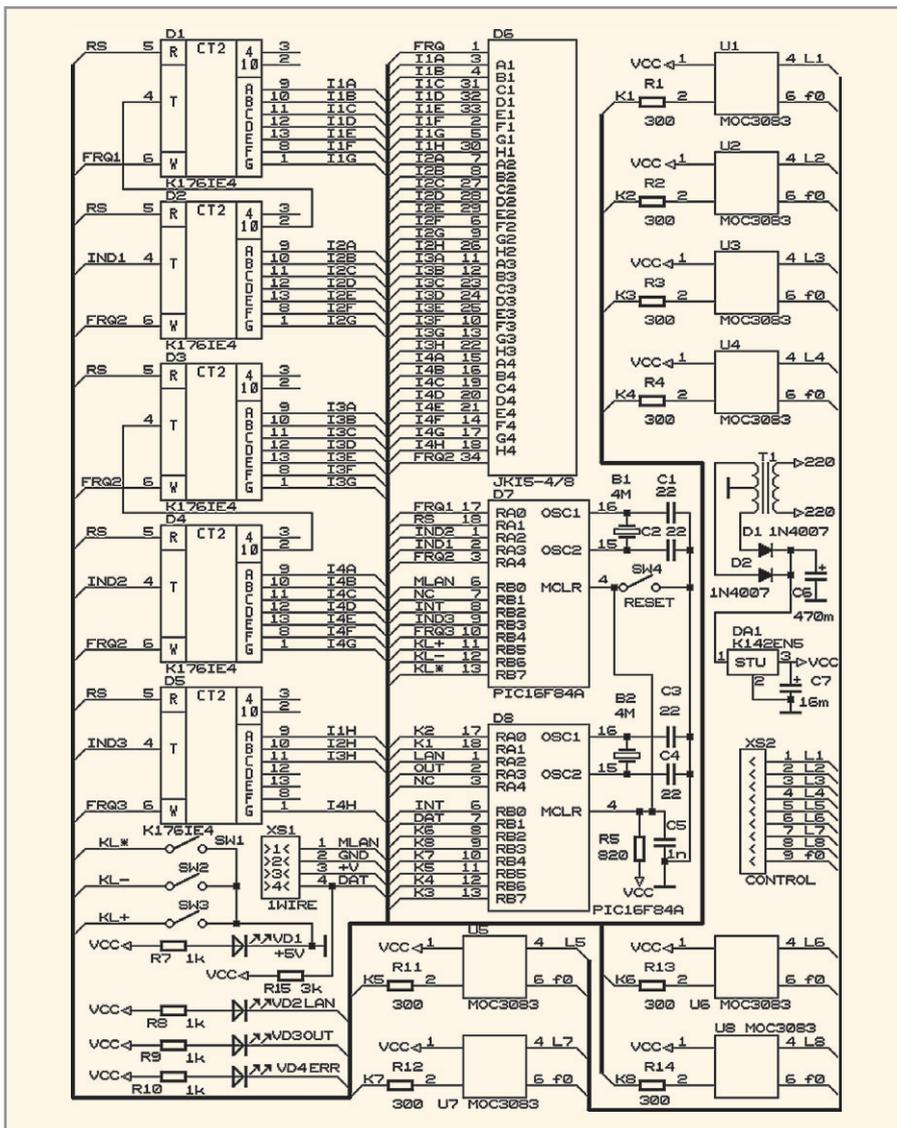


Рис. 1. Электрическая схема восьмиканального локального регулятора температуры

в виде SMS используется GSM-модем со-
тового телефона Sony-Ericsson [6].

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА АСУ ТП

Энергосберегающий эффект системы «Синтал Термолинк» складывается из двух факторов: высокой эффективности инфракрасных потолочных обогревателей и цифровых информационных технологий, положенных в основу работы АСУ ТП [7].

Инфракрасных обогреватели – это уникальные электрические отопительные приборы, действующие по принципу лучистого тепла. В отличие от традиционных конвекторов, потолочные обогреватели не используют воздух в качестве теплоносителя. Длинноволновые лучи теплового спектра почти беспрепятственно проходят через воздух и преобразуются в тепло только при попадании на какую-либо поверхность. Таким образом,

около 90% тепловой энергии передаётся преграждающим поверхностям (полу и мебели), которые, в свою очередь, отдают вторичное тепло в воздух. В этом случае наиболее комфортный тепловой режим сохраняется на уровне человеческого роста, что позволяет исключить обогрев бесполезного, с эргономической точки зрения, пространства под потолком. Необходимая тепловая мощность для обогрева помещений с высотой потолков 3...20 м снижается как минимум на 30% по сравнению с традиционными системами отопления. Уместно отметить и ряд специфических свойств таких обогревателей: пожаробезопасность, экологичность, высокую надёжность (гарантийный срок эксплуатации 25 лет), отсутствие переноса пыли, равномерный поверхностный нагрев, возможность работы в среде с повышенной влажностью (в здании УЗСК обогреватели установлены даже в душевых).

И всё-таки основной вклад в энергосбережение вносят информационные технологии. Именно с помощью цифровой реализации, сетевых решений и управляющей функции компьютерной программы реализуется наилучшим образом основополагающая концепция энергосбережения, основанная на адресном учёте энергозатрат и целевом регулировании подачи тепла потребителям по месячной программе.

Значительный вклад в энергосберегающий эффект вносит компьютерная программа TLINK.EXE. Функциями этой управляющей программы являются:

- адресное оперативное управление подачей тепла всем потребителями от центрального компьютера через сеть контроллеров, установленных в силовых шкафах, в автоматическом режиме по месячной программе; запись в память контроллеров температурных уставок, имеющих наивысший приоритет;
- приём от контроллеров данных о температурах и состоянии всех цифровых датчиков;
- учёт энергозатрат при помощи интерфейса к электросчётчикам потребителей.

После запуска программы TLINK.EXE производится тестирование и перезапись температурных уставок всех каналов в память контроллеров системы. Затем осуществляется переход программы в основной режим работы, когда производится считывание данных, передаваемых контроллерами, и отображение текущей информации на дисплее компьютера. При этом возможно отображение информации по каждому локальному модулю управления (всего их 17) или поэтажного плана с графической прорисовкой всех помещений (4 плана).

В основном режиме работы программа производит периодическую диагностику контроллеров системы, а также настройку уставок каналов контроллеров и отображение температур. Состояние каналов выбранного локального модуля управления – температура и текущая уставка – отображаются в верхнем окне с полной идентификацией пользователей. Если температура выводится красным шрифтом, это является сигналом неисправности соответствующего канала (каналов).

В случае неисправности связи компьютера с выбранным контроллером на экран выводится дополни-



Оптика компании Fraen SRL

- Может использоваться для белых и цветных светодиодов
- Позволяет получать различные значения углов: от 20° до 60° для белых светодиодов и от 10° до 30° для цветных светодиодов
- Температурный диапазон эксплуатации: -40...+85°C



ROCKET-SS



ROCKET-M



ROCKET-O

Оптика компании Ledil

- Может использоваться для белых и цветных светодиодов
- Высокая стойкость к воздействию УФ и температуры (105°C)
- Позволяет получить значения углов от 4° до 30°
- Позволяет получить разные формы кривой силы света – симметричную и несимметричную

Оптика компании Carclo

- Может также использоваться для белых и цветных светодиодов
- Высокая стойкость к воздействию УФ и температуры (105°C)
- Позволяет получить значения углов от 5° до 40°
- Позволяет получить разные формы кривой силы света – симметричную и несимметричную



Ripple Medium



Frosted Medium



Ripple Wide



Frosted Wide



Elliptical



Elliptical Orthogonal

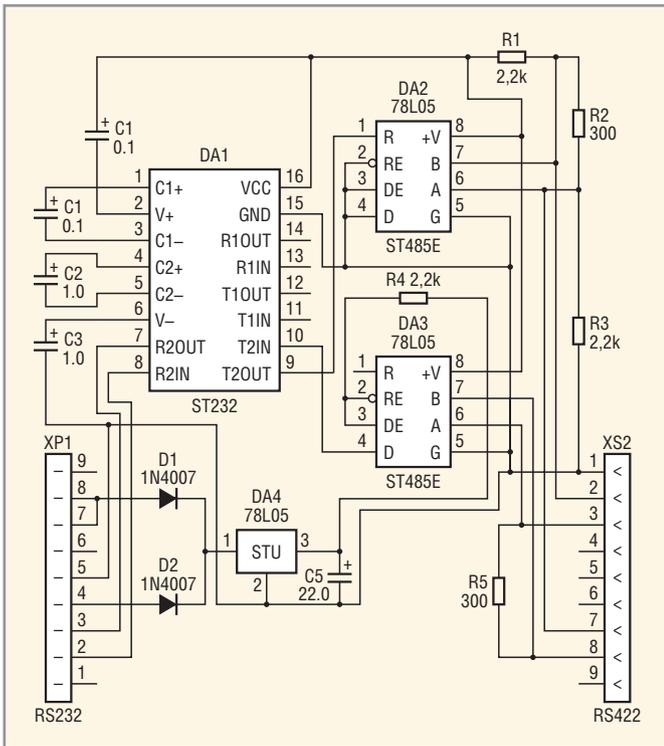


Рис. 2. Передатчик последовательного интерфейса

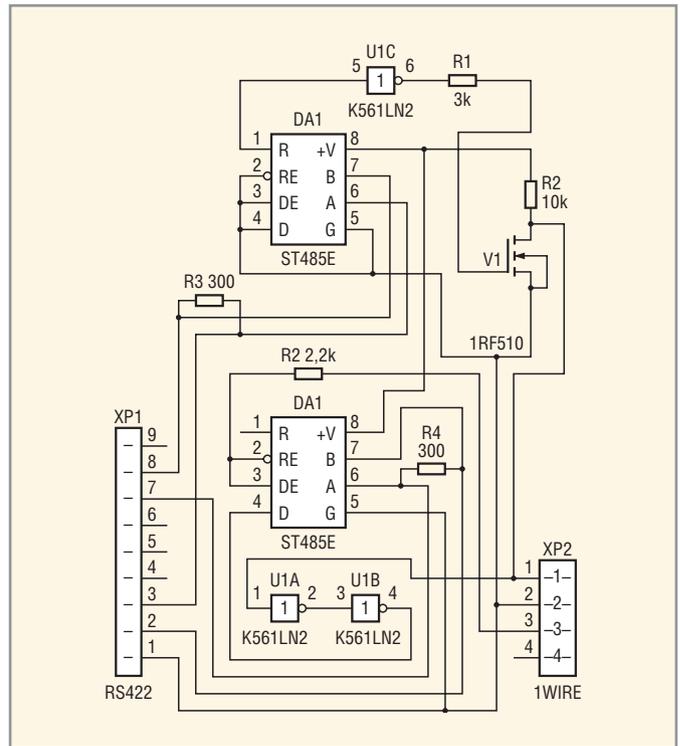


Рис. 3. Приёмник последовательного интерфейса

тельное сообщение об ошибке (Err). При нажатии клавиш 1 – 4 можно отобразить на экране компьютера соответствующие планы этажей и температур непосредственно в местах установки датчиков.

В режиме записи параметров [CHANGE] выбирается канал интересующего локального модуля управления, в который будет производиться запись новой уставки. После ввода температурной уставки предоставляется возможность выбрать время суток для действия данной уставки и дни текущего месяца, в которые данная уставка будет автоматически записана в выбранный канал. Часы и дни энергосбережения (отмечаются зелёным цветом) выбираются для каждого температурного канала и выбранного контроллера, в который будет производиться

запись нового значения уставки.

Чтобы проиллюстрировать эффективность работы программы, достаточно рассмотреть отопление большого спортивного зала УЗСК, который потребляет на отопление примерно половину всей электроэнергии объекта. Обычно в большом зале проводилось 5 – 6 спортивных или культурных мероприятий в месяц, все остальные дни батареи нагревали пустой зал. Сейчас это полностью исключено, так как температурный режим зала отслеживается месячной программой работы системы с учётом часов и дней проводимых в нем мероприятий. Об эффективности реализованной энергосберегающей системы терморегулирования говорят и первые оценки экономического эффекта от её внедрения.

Важно подчеркнуть, что корректность сравнения обусловлена, прежде всего, тем, что до 1999 г. в здании УЗСК использовалась традиционная система отопления и все отчётные документы сохранились. Расчёты показывают, что даже при неоднократном росте тарифов на электроэнергию экономический эффект от использования энергосберегающей системы только за период с октября 1999 г. по март 2004 г. составил свыше миллиона рублей (на рисунке 4 показано распределение экономии по годам). Таким образом, главный итог нескольких лет

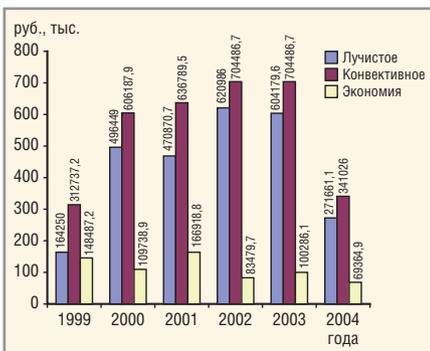


Рис. 4. Распределение экономического эффекта от внедрения энергосберегающей АСУ ТП по годам

эксплуатации энергосберегающей отопительной системы «Синтал Термолинк» состоит в том, что, несмотря на использование дорогостоящего источника энергии – электричества, новые цифровые технологии позволили создать более эффективную и надёжную систему отопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартнев В., Бартнев Г. Распределённая модульная система терморегулирования «Синтал Термолинк». Chip News. 1997. №9.
2. Бартнев В., Бартнев Г. Технология PLUG & PLAY в технике измерения температуры. Контрольно-измерительные приборы и системы. 1997. № 2.
3. Бартнев В., Бартнев Г. Новое поколение цифровых датчиков температуры от фирмы Dallas Semiconductors. Электронные компоненты. 1997. №3.
4. Бартнев В. Цифровые датчики температуры и их применение. Датчики и системы. 2004. № 12.
5. Бартнев В., Бартнев М. Энергосберегающая модульная АСУ ТП для распределённых объектов «Синтал телетерм». Датчики и системы. 2005. № 2.
6. Бартнев В. Регулятор температуры с дистанционным управлением по GSM-каналу. Современная электроника. 2006. № 9.
7. Бартнев В. Способ регулировки мощности электроотопительной системы. Патент № 2308823 по заявке № 2005130643 от 04.10.05. Опубликовано 20.10.07. Бюл. № 29 ФИПС.



2008 г. станет годом гибких дисплеев

Гибкие дисплеи ещё только прокладывают себе путь на рынок портативной электроники, однако именно 2008 г. должен стать переломным моментом, когда популярность таких устройств резко возрастёт, – считает аналитическое агентство iSupply. Согласно их исследованиям, значительное количество производителей планирует выпустить на рынок множество новых продуктов, оснащённых гибкими активноматричными дисплеями, и с этого момента начнётся бурное развитие соответствующего сектора IT-экономики.

Так, появление и развитие технологий, позволяющих изготавливать более совершенные гибкие дисплеи – с более высоким разрешением, повышенным количеством поддерживаемых цветов и оттенков, сниженной скоростью прорисовки изображения и пр., – приведёт к значительному росту рынка. Согласно отчётам аналитиков, к 2013 г. объёмы рынка гибких дисплеев достигнут отметки в \$2,8 млрд, что в тридцать пять раз выше аналогичного показателя за 2007 г. – \$80 млн.

Главной областью применения гибких дисплеев станет использование их в таких устройствах, как электронные книги, идентификационные устройства, мобильные телефоны, автомобильная электроника, а также целый ряд инновационных продуктов. Именно 2008 г. станет знакомым для индустрии гибких дисплеев, а их повсеместное распространение приведёт к появлению на мировом рынке целого ряда уникальных решений. В целом перспективы этой молодой индустрии оцениваются аналитиками очень высоко – устройства будут пользоваться высоким спросом у потребителей, что обеспечит производителям высокую и стабильную прибыль в течение длительного времени.

iSupply

TSMC освоила 40-нм нормы производства

Компания Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) представила, по её утверждению, первые в отрасли производственные линии, позволяющие выпускать чипы по 40-нм нормам. Этот этап совершенствования техпроцессов рассматривается как промежуточный и упрощающий дальнейший переход к основной на сегодняшний день цели – освоению 32-нм норм, – намеченный компанией на окончание следующего года. Для TSMC переход к более «тонким» техпроцессам с

«промежуточными остановками», похоже, становится правилом – так, прежде чем перейти от 65-нм к 45-нм, компания какое-то время выпускала полупроводниковую продукцию по 55-нм нормам. По мнению специалистов, за счёт такой стратегии TSMC снижает свои риски, связанные с модернизацией производства и обеспечением достаточного количества заказов для окупаемости новых линий, в то же время сохраняя лидирующие позиции в отрасли.

Фактически анонсированное производство представляет собой два техпроцесса – 40G, предназначенный для широкого применения, и 40LP, для производства продукции с требованиями к пониженному энергопотреблению. Сообщается, что построенная по новой технологии ячейка SRAM является на текущий момент самой маленькой в отрасли: 0,242 кв. мкм. Новый техпроцесс по сравнению с 65-нм нормами обеспечивает увеличение плотности размещения компонентов в 2,35 раза, а переход с 45-нм на 40-нм позволяет снизить показатели энергопотребления на 15%. Предполагается, что на базе 40LP будут производиться компоненты беспроводных и портативных устройств, тогда как 40G будет ориентирован на высокопроизводительные компоненты – центральные и графические процессоры, чипы для игровых консолей, сетевого оборудования и FPGA.

<http://www.3dnews.ru>

Рынок MEMS-устройств переживает подъём

Аналитическая компания Global Industry Analysts составила отчёт о перспективах рынка микроэлектромеханических систем, главным выводом которого стало заявление об отличных показателях роста и неплохих перспективах рынка на ближайшее будущее. Согласно информации от аналитиков, в течение завершающегося десятилетия, начиная с 2001 и заканчивая 2010 гг., наблюдается и будет наблюдаться стабильное увеличение объёма рынка на 12,3% ежегодно. В 2010 г. объём рынка должен достичь отметки в \$8,65 млрд.

Теперь стоит взглянуть на распределение сил уже в самом рынке MEM-систем. Так, наибольший рост показал рыночный сегмент, на котором представлены решения для телекоммуникационных систем. В данном случае темпы роста составили 30,95% ежегодно. Наибольшим же спросом микроэлектромеханические устройства пользуются в сегменте промышленных/коммерческих систем – объём ук-

занного рыночного сегмента должен к 2010 г. составить \$4,8 млрд. Ещё одним крупным рынком сбыта MEMS-решения является рынок вычислительной электроники, который с растущей популярностью именно портативных аппаратов обещает радужное будущее для MEM-систем.

Что же касается перспектив, то интерес вызывает рынок автомобильной электроники и, как мы уже отметили, рынок вычислительных аппаратов. Однако нельзя пройти мимо и столь бурно развивающейся области, как робототехника – именно на него возлагают надежды разработчики и производители MEMS-устройств.

<http://www.3dnews.ru>

Запланировано строительство завода Foxconn в России

Крупнейший тайваньский производитель электронных компонентов, компания Hon Hai Precision Industry, более известная благодаря своему бренду Foxconn, сообщила о своих планах вложить 32,2 млн. евро в строительство завода на территории России. Это решение является частью общей стратегии компании по расширению производства в странах с низким уровнем накладных расходов. Ожидается, что будущий российский завод Foxconn будет представлять собой широкопрофильное сборочное производство, на базе которого можно выпускать мобильные телефоны, компьютерные компоненты и прочую электронику различных типов. Строительство может быть начато в текущем году, но точные сроки не были объявлены.

В настоящее время основные производственные мощности Hon Hai расположены в Китае, Мексике, Венгрии, Индии, Финляндии и Чехии. В июле прошлого года компания объявила о намерении вложить 1 млрд. долл. в строительство заводов во Вьетнаме, в городе Ханое. Интересно, что и в «большом» Китае, в связи с ростом уровня жизни в прибрежных районах, Hon Hai стремится осваивать в качестве производственной базы центральные и северные районы страны.

Hon Hai Precision Industry выполняет заказы Apple на производство iPod и iPhone, выпускает настольные системы и компоненты для Dell, Hewlett-Packard и Sony. Кроме того, с середины 2004 г. компания продвигает на рынке различную продукцию под собственным брендом Foxconn.

www.reuters.com