

# Устройство защиты трёхфазных двигателей

Николай Заец (Белгородская обл.)

Чаще всего трёхфазные двигатели выходят из строя из-за перекоса фаз питающего напряжения или перегрева при работе в тяжёлом режиме. Предлагаемое устройство защиты трёхфазного двигателя выключает двигатель при обрыве фазы, отклонении напряжения любой фазы (перекосе фаз) более чем на  $\pm 30$  В или нагреве корпуса двигателя выше  $60^\circ\text{C}$ .

Устройство построено на микроконтроллере (МК) PIC16F676 и микроконтроллерном датчике температуры DS1820. Возникновение аварийной ситуации в каждой фазе и

превышение температуры корпуса двигателя индицируется включением соответствующих сигнальных светодиодов. Для измерения и сравнения используется среднее выпрямленное

напряжение фаз относительно нулевого провода.

Алгоритм работы программы МК показан на рисунке 1. После включения МК выполняется инициализация его регистров и включается управляющий выход. Во время пуска двигателя (или группы двигателей) возможны провалы или скачки напряжений в фазах, поэтому устройство защиты по напряжению начинает работу спустя одну минуту после включения двигателя. Задержка реализована путем последовательного включения предделителя, таймера TMR0 и двух делителей, каждый из которых имеет коэффициент деления 30.

Далее последовательно выполняются измерения напряжения фаз А, В, С. После каждого измерения фаза проверяется на обрыв. Если измеренное напряжение равно нулю, то выход сразу выключается. Затем следует проверка значений измеренных напряжений на выход за пределы диапазона 190...250 В – в этом случае включается счётчик ошибок, который необходим для повышения помехоустойчивости устройства. При декрементировании восьмиразрядного счётчика от нуля до нуля его коэффициент деления получается равным 256. При периоде прохождения всей программы, равном 7 мс, время задержки выключения двигателя приблизительно равно 1,8 с. Для каждого сравнения имеется свой счётчик, поэтому если следующее измеренное напряжение войдёт в норму, то данный счётчик обнуляется. Таким образом, для выключения двигателя необходимо подряд 256 ошибок измерения.

После сравнения напряжений фаз А–В, В–С, С–А их разность проверяется на превышение значения 30 В. Если перекос фаз больше 30 В, то включается счётчик ошибок. Выключение выхода происходит аналогично описанному выше, через 1,8 с.

При выключении выхода из-за любой ошибки устанавливается флаг ошибки, который сбрасывается только после перезапуска МК. При отсутствии ошибки подтверждается включение выхода, и МК переходит к подпрограмме измерения температуры двигателя.

Измерение температуры начинается с инициализации термодатчика DS1820 и выдачи команды на разрешение преобразования. После при-

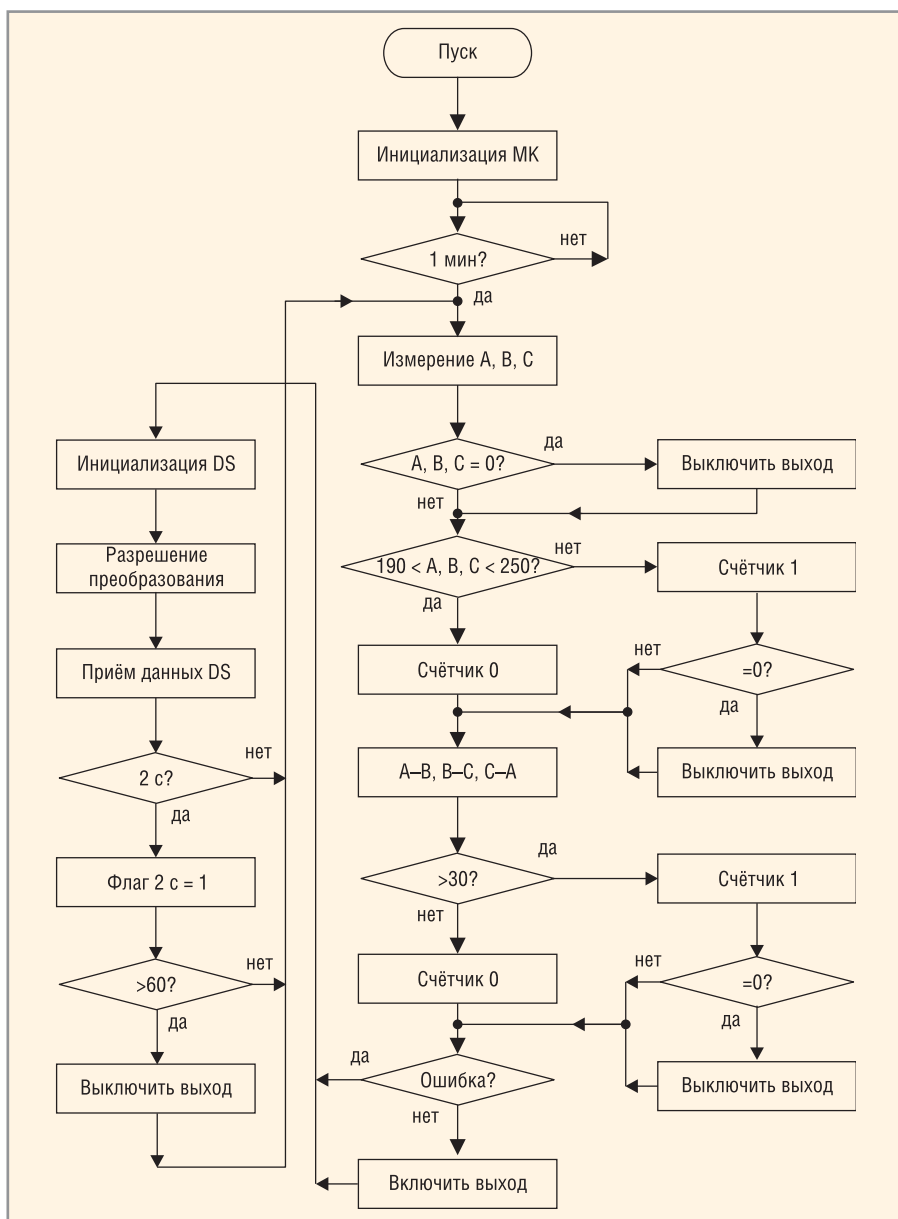
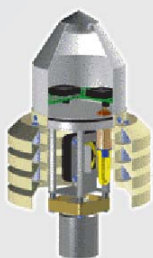


Рис. 1. Алгоритм работы программы МК

# Новости мира News of the World Новости мира

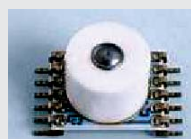
## Строенный датчик температуры, влажности и давления воздуха

Фирма Reinhard System- und Messtechnik представляет строенный датчик DFT 1MV для измерения температуры, влажности и давления воздуха. Особенностями этого комбинированного датчика являются, по заявлению производителя, его прочность – он изготавливается из высококачественной стали 4 V, высокая точность измерений при одновременно быстрой реакции и широкий температурный диапазон – от  $-40$  до  $+65^{\circ}\text{C}$ . При измерении температуры и влажности используется вентилятор, создающий постоянный воздушный поток, что обеспечивает отсутствие застойных зон температуры или влажности. Во всём температурном диапазоне погрешность датчика составляет  $0,3^{\circ}\text{C}$ , а точность измерения влажности  $\pm 2\%$ . Данные могут передаваться через интерфейсы RS232 или RS485, а также RS422. Обработанные данные в формате ASCII разделены запятой и могут непосредственно приниматься вычислителями с регулируемыми скоростями передачи в пределах от 300 до 38 400 бод. Имеется встроенный регистратор данных, который запоминает данные через заданные промежутки времени от 2 секунд до 36 часов. Максимально может быть запомнено 13 107 несжатых пакетов данных.



## Прецизионный датчик наклона

Фирма HL-Planartechnik, производитель датчиков на базе тонкопленочных и MEMS-технологий, представляет двухосный датчик наклона, который на базе жидкостной технологии по принципу электронного ватерпаса обеспечивает угловое разрешение не больше  $\pm 0,01$  градуса в температурном диапазоне  $-40...+105^{\circ}\text{C}$ . Фирма HL-Planar видит применение датчика везде, где требуется измерять угол наклона в плоскости и должны обнаруживаться, оцениваться, передаваться или регулироваться движе-



ния тангажа. Цена при покупке отдельных экземпляров должна составлять менее 3 евро.

## Преобразователи Artesyn 200 Вт в четверть-формате

Фирма Artesyn Technologies дополнила свою серию Turphoon 200-ваттным семейством преобразователей постоянного напряжения в четверть-формате. Они имеют отдельные изолированные выходы напряжением 2,5; 3,3 и 5,0 В при установившихся значениях тока соответственно 80, 60 и 40 А. Пятивольтовая модель имеет КПД 92% и удельную мощность более 12 Вт/см<sup>3</sup>. Стандартная четверть-форматная площадь преобразователей –  $58,4 \times 36,8$  мм<sup>2</sup>, высота – 7,6 мм. Вся серия покрывает диапазон входных напряжений 36...75 В в соответствии с телекоммуникационным стандартом и вырабатывает развязанное выходное напряжение, которое может с помощью сопротивления регулироваться в пределах от 80 до 110% номинального значения. Гибкость конструкции расширяется за счёт выбора двух дополнительных низковольтных моделей с выходными мощностями 1,5 В (100 А) и 1,8 В (100 А). Топология преобразования, используемая во всех преобразователях Turphoon, сочетает развитое процессорное управление первичными и вторичными цепями с точным и синхронным выпрямлением и исключает необходимость применения оптрона. Все пять преобразователей имеют точность  $\pm 1,5\%$  и сохраняют нагрузочную регулировку с отклонением  $\pm 0,1\%$  или  $\pm 0,2\%$ . Преобразователи базируются на открытой компоненте одноплатной конструкции для сквозного монтажа. Модули, спроектированные преимущественно для систем с принудительным охлаждением, пригодны для работы в температурном диапазоне  $-40...+85^{\circ}\text{C}$  без радиатора. Они обладают отдельными функциями дистанционного опознавания и схемой дистанционного включения-выключения, время запуска при активной нагрузке обычно 10 мс. Они имеют защиту от понижения напряжения, от перенапряжений и от короткого замыкания и перегрева (включая автомат с автоматическим сбросом). Сейчас предлагаются образцы. При крупных заказах от 1000 штук цена для всех моделей составляет 88 долларов за штуку.



## Компенсационные и токовые сенсоры

Компенсационные и токовые сенсоры фирмы Vaccumschmelze используют вместо элемента Холла магнитный зонд. Последний обладает такими преимуществами, как малые значения тока смещения, температурного и временного дрейфа, возможность разделения магнитного модуля и электроники. VAC-сенсоры измеряют без привязки к потенциалу токи любой формы, включая постоянные до 1250 А. Они находят применение в таких приложениях, как приводы и генераторы, источники бесперебойного питания, импульсные источники питания и сварочные агрегаты.

<http://www.ru.channel-e.de/>

## ЖК-монитор Samsung с повышенной контрастностью

Компания Samsung пополнила линейку жидкокристаллических мониторов SyncMaster новой моделью, отличающейся высокой контрастностью изображения. По заявлению представителей Samsung, монитор SyncMaster 711t обеспечивает контрастность 1000 : 1 и поддерживает фирменную технологию Patterned Vertical Alignment. Угол обзора новинки составляет 178 градусов, яркость 250 кд/м<sup>2</sup>. Монитор можно легко снять с подставки и разместить на стене. Толщина рамки у этой модели – всего 1,27 см. Максимальное разрешение составляет 1280 × 1024.

Поставляемое с новинкой программное обеспечение Pivot компании Portait Displays позволяет переключаться между портретным и ландшафтным режимами отображения.

<http://itware.com.ua/>

## Sony выпустила два накопителя на основе технологии Microdrive

Sony Electronics представила два внешних накопителя на однодюймовых жестких дисках Sony Microdrive. Данные устройства используют интерфейс Compact Flash+ Type II, обеспечивают скорость передачи информации 97,9 Мб/с и имеют размеры 4,8 × 3,8 см. Предназначены они для разнообразных портативных устройств, таких как цифровые фотокамеры и персональные электронные секретари.

Sony Microdrive будут выпускаться в двух версиях – ёмкостью 2 и 4 Гб по цене \$179 и \$279 соответственно.

<http://itc.ua/>

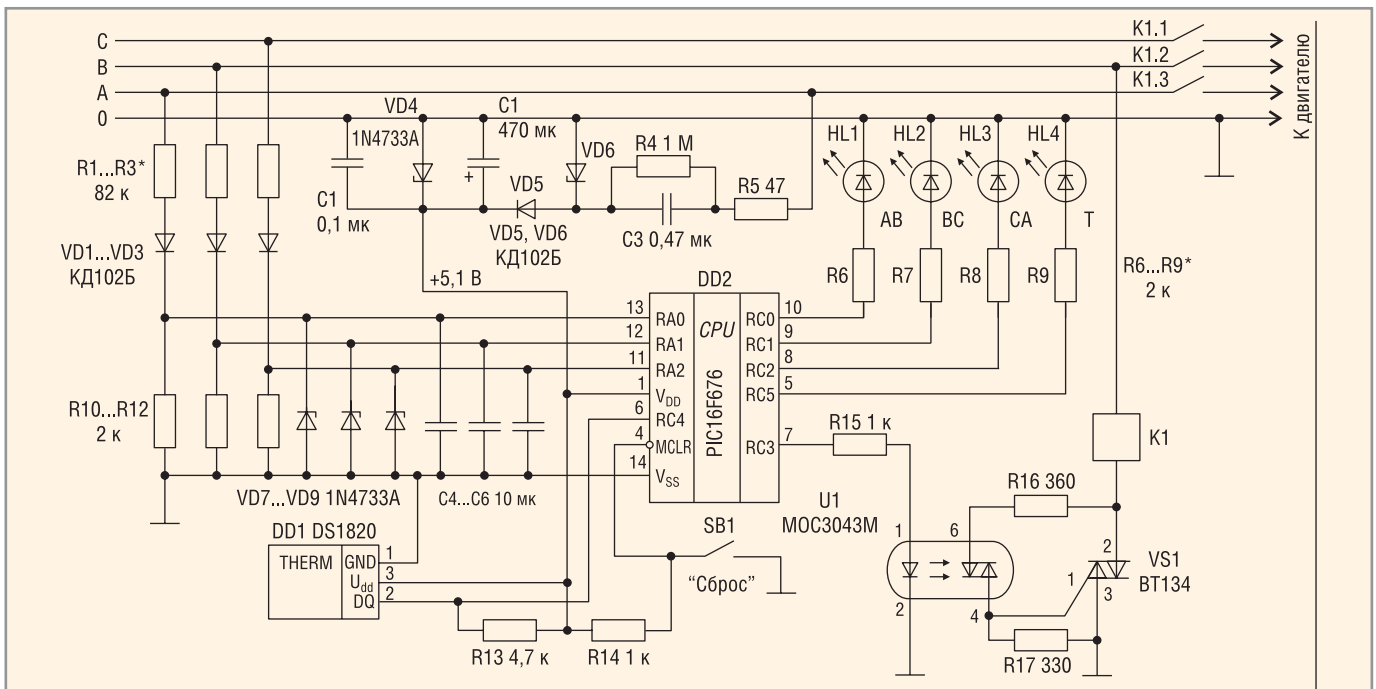


Рис. 2. Принципиальная схема устройства

ёма данных от датчика температуры проверяется флаг «двух секунд». Дело в том, что первые данные, которые приходят от датчика, недостоверны, поэтому для стабилизации данных необходимо некоторое время. Для этого введена задержка начала сравнения по температуре, равная 1,8 с. Поскольку за такое короткое время двигатель не успеет нагреться до температуры 60°C, подобная задержка не снижает качества защиты двигателя.

После отработки времени задержки устанавливается флаг «двух секунд», и каждое следующее измеренное значение температуры проверяется на превышение 60. Если температура превысит 60°C, выход выключается. Программа переходит к новому циклу измерения напряжения по фазам.

Схема устройства показана на рисунке 2. Напряжение фаз понижается делителями напряжения на резисторах R1...R3 и R10...R12, имеющими коэффициент деления 1 : 100. Переменное напряжение фаз выпрямляется однополупериодным выпрямителем, состоящим из диодов VD1...VD3 и стабилитронов VD7...VD9, сглаживается конденсаторами фильтра C4...C6 и поступает на входы RA0...RA2 МК DD2. Линия связи термодатчика DD1 с входом RC4 МК имеет «подтягивающий» резистор R13.

Тактируется МК от внутреннего генератора частотой 4 МГц. Частоту тактового генератора, делённую на

четыре (1 МГц), можно наблюдать на выходе RA4 (вывод 3 МК), контролируя, таким образом, работоспособность МК.

Выход RC3 МК через оптодиристор U1 и симистор VS1 включает пусковое реле K1. Его контакты K1.1...K1.3 включают/выключают подачу напряжения на двигатель. Светодиоды HL1...HL4 сигнализируют о возникновении аварийной ситуации. Гасящие резисторы R6...R9 подбирают в зависимости от выбранного типа светодиодов и необходимой яркости свечения (на схеме дано значение сопротивлений для светодиодов типа КИПД21-ПК). Кнопка SB1 «Сброс» необходима для перезапуска МК и включения двигателя после устранения аварийной ситуации.

Бестрансформаторный источник питания с гасящим конденсатором неоднократно описан в литературе [1], и его работа в пояснении не нуждается.

Гасящий конденсатор C3 типа K73-17 с допустимым напряжением не менее 400 В. Стабилитрон VD4 типа 1N4733A можно заменить любым стабилитроном с напряжением стабилизации 5,1 В. Это напряжение является опорным для АЦП МК, поэтому если установить стабилитрон с меньшим напряжением стабилизации (например, 4,7 В), то потребуются пропорциональное изменение коэффициента деления входных делителей напряжения. Стабилитроны

VD7...VD9 можно заменить стабилитронами типа KC147A. Датчик температуры DS1820 можно не устанавливать, но тогда не будет работать защита двигателя от перегрева (линия связи должна оставаться нагруженной резистором R13).

Печатная плата устройства показана на рисунке 3, а расположение элементов на ней – на рисунке 4. Плату изготавливают из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. Со стороны установки элементов фольгу не вытраивают и соединяют с общим проводом. Нижняя часть платы напротив мест прохождения фазовых проводов не экранируется. Отверстия, не заштрихованные на рис. 4, раззенковывают. Если сигнальные светодиоды будут устанавливаться со стороны печати, то пунктирные линии (см. рис. 3) проводят со стороны установки деталей. Переходные отверстия возле конденсаторов C4...C6 соединяют с экраном монтажным проводом.

Собранную плату устройства необходимо установить в экранированный корпус, имеющий отверстия для светодиодов и кнопки «Сброс». Устройство нельзя устанавливать на двигателе или его основании. Провод связи с термодатчиком должен быть экранированным и может иметь длину до 5 м. Для крепления термодатчика к двигателю используют прижимную пружину от транзисторов большой мощности в корпусе

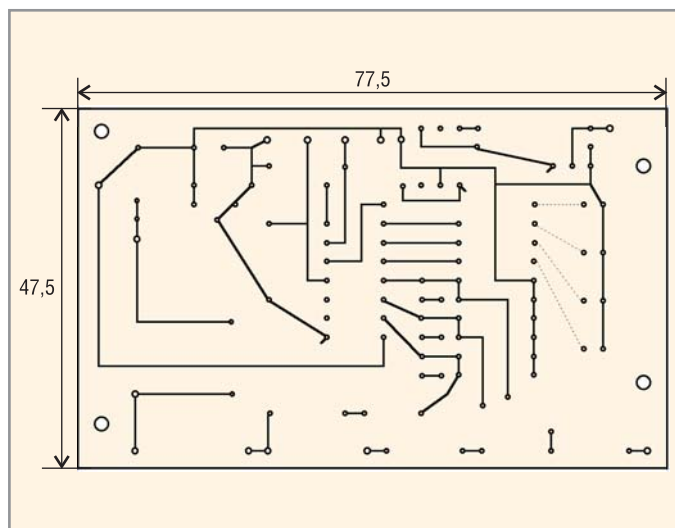


Рис. 3. Печатная плата устройства со стороны монтажа

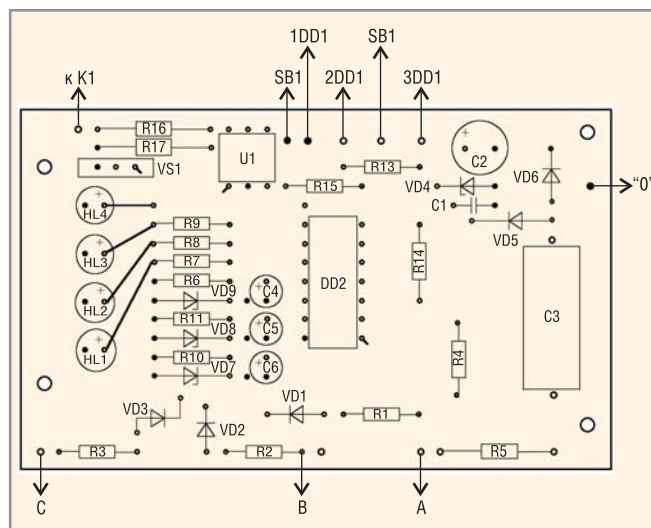


Рис. 4. Печатная плата устройства со стороны деталей

КТ28-2. Датчик устанавливают на термопроводящую пасту, а его выводы (в корпусе типа ТО-92) изолируют силиконовым герметиком.

Налаживание устройства выполняют без МК. Сначала проверяют напряжение питания МК, которое должно быть равно 5,1 В. При испытаниях VD4 заменялся пятью экземплярами стабилитронов типа 1N4733A, и все они удовлетворяли этому условию. Перед установкой резисторов R10...R12 подбирают их номинал с точностью 1%. При этом не имеет значения отклонение от величины 2 кОм (можно использовать резисторы сопротивлением 1,9...2,1 кОм), главное – обеспечить равенство номиналов между собой.

Далее подбирают значения резисторов R1...R3 так, чтобы на входах 11...13 МК постоянное напряжение было равно входному напряжению, делённому на 100. При этом на все входы может быть подано напряжение одной фазы. Практически можно подобрать номинал одного резистора, а остальные резисторы устанавливают с номиналом, идентичным подобранному. Это будет справедливо

при тщательном подборе резисторов R10...R12. После установки запрограммированного МК устройство готово к работе.

Работа с устройством сводится к анализу состояния светодиодов при возникновении аварийной ситуации. Если двигатель отключился и при этом ни один светодиод не горит, то произошёл обрыв фазы. Если горит один из светодиодов АВ, ВС, СА, то возможен выход напряжения фазы за пределы диапазона 190...250 В. При этом первая буква обозначения светодиода указывает аварийную фазу. При перекосе фаз надпись под горящим светодиодом соответствует тем фазам, разность напряжения которых больше 30 В. Как правило, одновременно включаются два светодиода, например, АВ и СА. В этом случае напряжение фазы А имеет отклонение от напряжения фаз В и С более чем на 30 В.

После устранения аварийной ситуации двигатель включают нажатием кнопки «Сброс».

Немного о программировании МК. Многие программаторы ещё не имеют программ для программирования

МК PIC16F676. При программировании этого МК автор пользовался программой PonyProg2000 с установкой типа используемого МК PIC16F84. У этих МК совпадает частота программирования и объём памяти. После окончания перепрограммирования программа выдаст ошибку 21. Это происходит потому, что не совпадают карты памяти и биты конфигурации МК. Не нужно обращать внимания на эту надпись, но если вы сомневаетесь, то считайте записанный код и сравните с исходным – они должны совпадать.

Если в дальнейшем МК будет использоваться для других программ, то необходимо считать известными способами и записать калибровочную константу. В данной программе принято, что калибровочная константа равна нулю (минимальная частота внутреннего генератора).

Файл для программирования МК с именем T3faza.hex можно найти на веб-сайте журнала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С. Устройства на микросхемах. – М.: Солон-Р, 2000. С. 162.



## Новости мира News of the World Новости мира

### Philips разработала сверхмалогобаритный FM-радиоприёмник

Royal Philips Electronics сообщила о разработке самого миниатюрного, согласно её утверждению, FM-радиоприёмника для мобильных устройств.

В настоящее время 15% всех продаваемых мобильных аппаратов имеют функцию приема FM-радио, а в ближайшем бу-

дущем аналитики ожидают увеличения этой доли до 50%.

Представленная Philips плата TEA5761 имеет площадь всего 50 мм<sup>2</sup> (в сравнении со 150 мм<sup>2</sup> для предыдущих версий).

Кроме того, голландская фирма выпустила плату TEA5764, которая имеет площадь лишь 70 мм<sup>2</sup> и реализует поддержку и FM-радио, и RDS (Radio Data System). Технология RDS обеспечивает для теле-

коммуникационных операторов увеличение средней прибыли из расчёта на пользователя, она позволяет видеть название радиостанции, производить поиск определённого типа программ и всегда настраиваться на самый сильный сигнал.

TEA5761 доступна уже сейчас, а поставки TEA5764 и комбинированного (FM + AM)-решения TEA5777 Philips начнёт в январе.

<http://itc.ua/>