

# УСТРОЙСТВА СВЯЗИ С ОБЪЕКТОМ: МОДУЛИ ФИРМЫ GRAYHILL

Евгений Карпенко

## МОДУЛИ УСО

*Рассматриваются аналоговые и дискретные устройства связи с объектом (УСО) фирмы Grayhill.*

Важными компонентами систем сбора данных и управления являются устройства связи с объектом (УСО), которые обеспечивают гальваническую развязку и нормализацию сигналов между устройствами обработки информации и периферией (датчиками, исполнительными механизмами и т. п.).

УСО в зависимости от своего назначения подразделяются на аналоговые и дискретные.

Конструктивно законченные устройства, выполняющие функции гальванической развязки и нормализации для одного или нескольких каналов, часто называют модулями УСО. Модули, как правило, устанавливаются в специализированные платы, имеющие клеммные соединители для подвода внешних цепей. Такие платы называют монтажными панелями или оптопанелями.

Конструктивные особенности модулей и монтажных панелей дают возможность быстро производить диагностику и замену вышедших из строя модулей, что, в свою очередь, упрощает обслуживание действующих АСУ ТП.

Использование аналоговых и дискретных устройств связи с объектом, предлагаемых различными производителями, позволяет сократить сроки разработки и ввода в эксплуатацию АСУ ТП, повысить их надежность и упростить обслуживание.

## Дискретные модули УСО

Входные УСО этой категории обеспечивают опрос датчиков с релейным выходом, концевых выключателей, контроль наличия в цепи напряжения, тока и т. п., а выходные формируют сигналы для управления пускателями, двигателями и прочими устройствами. Очевидно, что все УСО должны иметь высокую надежность, низкую стоимость и обеспечивать достаточное напряжение изоляции между входными и выходными цепями. Кроме того, входные УСО должны обладать минимальным временем переключения, а

при достаточно высоком потреблении энергии. Бурное развитие микроэлектроники привело к широкому распространению компонентов, обеспечивающих оптическую развязку между цепями. УСО, построенные с использованием такой развязки, являются недорогими, высоконадежными и быстродействующими. Кроме того, они характеризуются высоким напряжением изоляции и низкой потребляемой мощностью.

Фирма Grayhill предлагает очень широкую номенклатуру одноканальных модулей УСО.

Конструктивно они выполнены в виде монолитных узлов трех различных типоразмеров (рис. 1):

- *G5* (48,3×55,9×11,7 мм),
- *стандарт* (43,2×31,8×15,2 мм) и
- *мини* (43,2×25,4×10,2 мм),

при этом *стандарт* и *G5* содержат крепежный винт. Модули *стандарт* и *мини* имеют одинаковое расположение внешних выводов и могут монтироваться на одну и ту же монтажную панель. В этом случае предохранители и индикаторы состояния расположе-

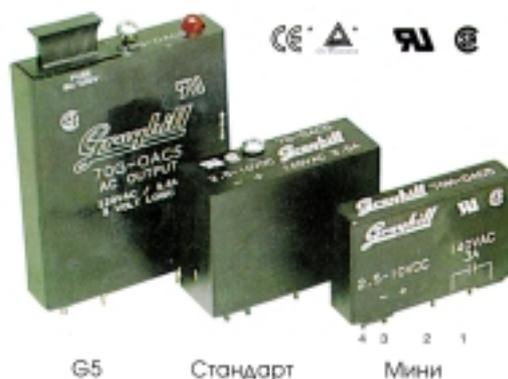


Рис. 1. Модули УСО фирмы Grayhill

выходные – обеспечивать коммутацию как можно более высоких напряжений и токов и вносить при этом минимум искажений, связанных с переходными процессами, в коммутируемую цепь.

Простейшим устройством гальванической развязки и единственным существовавшим в 40-60-е годы является электромагнитное реле. Реле, как правило, инерционны, имеют относительно большие габариты и обеспечивают ограниченное число переключений

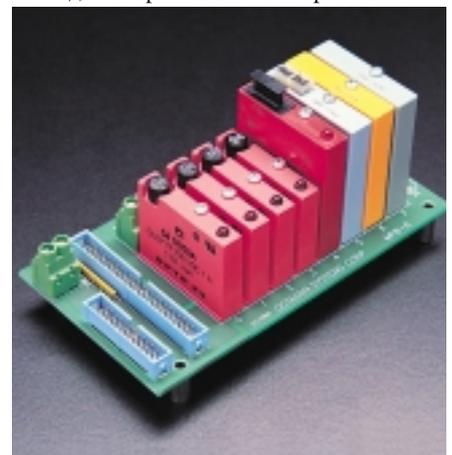


Рис. 2. Модули УСО фирм Grayhill и Opto 22 на одной монтажной панели

Таблица 1. Основные электрические параметры входных модулей G5

Тип модуля G5	Входные параметры					
	Входное напряжение, В	Входное сопротивление, КОм	Выходной логический уровень, В	Выходной ток, мА	Напряжение изоляции, кВ	Макс. время вкл./выкл., мс
<b>МОДУЛИ ДИСКРЕТНОГО ВВОДА (ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)</b>						
70G-IAC5	90-140	22	4,5...6	10	4	20\20
70G-IAC5A	180-280	60	4,5...6	10	4	20\20
70G-IAC15	90-140	22	10...18	10	4	20\20
70G-IAC15A	180-280	60	10...18	10	4	20\20
70G-IAC24	90-140	22	17...30	10	4	20\20
70G-IAC24A	180-280	60	17...30	10	4	20\20
<b>МОДУЛИ ДИСКРЕТНОГО ВВОДА (ПОСТОЯННЫЙ ТОК)</b>						
70G-IDC5	3...32	1,8	4,5...6	10	4	0,2\0,4
70G-IDC5B	3...32	1,8	4,5...6	18	4	0,05\0,075
70G-IDC5D	2,5...28	1,2	4,5...6	10	4	0,05\0,075
70G-IDC15	3...32	1,8	10...18	10	4	0,2\0,4
70G-IDC24	3...32	1,8	17...30	10	4	0,2\0,4
70G-IDC5G	35...60	10	3...6	10	4	10\10
70G-IDC5NP	15...32	1,8	3...6	10	4	5\5
70G-IDC15NP	15...32	1,8	10...18	10	4	5\5
70G-IDC24NP	15...32	1,8	15...30	10	4	5\5
<b>ДИСКРЕТНЫЕ МОДУЛИ ВВОДА ДЛЯ РАБОТЫ С «СУХИМ КОНТАКТОМ»</b>						
70G-IDC5S	-	-	4,5...6	41	2,5	3\3
70G-IDC24S	-	-	15...30	41	2,5	3\3

ны на панели. Модули G5 содержат светодиодный индикатор состояния, встроенный предохранитель для выходных модулей и имеют расположение выводов, совпадающее с модулями G4 фирмы Орто22 и аналоговыми модулями фирмы Grayhill (рис. 2).

Основные электрические параметры некоторых модулей УСО фирмы Grayhill приведены в таблицах 1 и 2, а примеры структурных схем – на рис. 3 и 4.

Наиболее заметным конкурентом Grayhill в области дискретных модулей УСО является фирма Орто22, предлагающая аналогичные по назначению модули серии G4. При этом модули Grayhill имеют более широкий диапазон температур (-40°C...+100°C против -30°C...+70°C для модулей G4) и коммутируют больший ток нагрузки (3,5 А против 3 А). Кроме того, выходные модули G5 (Grayhill) используют дешевые стеклянные предохранители, в то время как G4 (Орто22) – специальные, стоимостью около \$2, что приводит к дополнительным затратам во время эксплуатации. Модули Grayhill могут работать при воздействии вибрации с ускорением 20g и выдерживают ударные воздействия до 1500g. Для модулей G4 параметры по вибрации и ударам не определены.

Модули, предлагаемые другими фирмами, например Weidmuller и Echowell, поставляются в корпусах *стандарт* и имеют напряжение изоляции 600 В. Время переключения для

Таблица 2. Основные электрические параметры выходных модулей G5

Тип модуля G5	Выходные параметры					
	Коммутируемое напряжение, В	Коммутируемый ток, А	Входной логический уровень, В	Входной ток, мА	Напряжение изоляции, кВ	Макс. время вкл./выкл., мс
<b>МОДУЛИ ДИСКРЕТНОГО ВЫВОДА (ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)</b>						
70G-OAC5	24-140	3,5	2,5...10	20	4	10 (50 Гц)
70G-OAC5A	24-280	3,5	2,5...10	20	4	10 (50 Гц)
70G-OAC15	24-140	3,5	10...18	12	4	10 (50 Гц)
70G-OAC15A	24-280	3,5	10...18	12	4	10 (50 Гц)
70G-OAC24	24-140	3,5	15...30	8	4	10 (50 Гц)
70G-OAC24A	24-280	3,5	15...30	8	4	10 (50 Гц)
<b>МОДУЛИ ДИСКРЕТНОГО ВЫВОДА (ПОСТОЯННЫЙ ТОК)</b>						
70G-ODC5	3...60	3,5	4...10	13	4	0,02\0,05
70G-ODC5A	4...200	3,5	4...10	13	4	0,075\0,75
70G-ODC5B	3...60	3,5	4...10	13	4	0,075\0,5
70G-ODC15	3...60	3,5	10...20	9	4	0,02\0,05
70G-ODC15B	3...60	3,5	10...20	9	4	0,075\0,5
70G-ODC24	3...60	3,5	18...32	9	4	0,02\0,05
70G-ODC24B	3...60	3,5	18...32	9	4	0,075\0,5

выходных модулей – 750 мкс (ODC5).

Модули Grayhill отвечают строгим требованиям европейских стандартов по безопасности и электромагнитной совместимости. Стоимость модулей составляет примерно \$10 за 1 шт.

**Аналоговые УСО**

Аналоговые УСО предназначены для обеспечения ввода сигналов с датчиков в устройство обработки и вывода сигналов для пропорционального управления исполнительными механизмами. Они должны обладать большой точностью, хорошей линейностью и обеспечивать достаточно высокое напряжение изоляции. Кроме того, желательными являются работа с различными источниками входных сигналов (токи, напряжения, сигналы от терморезисторов, термопар и т. д.), возможность быстрой замены при выходе из строя и низкая стоимость.

Аналоговые модули УСО серии G5 фирмы Grayhill (рис. 5) содержат встроенные ЦАП или АЦП и взаимодействуют непосредственно с дискретными устройствами обработки информации. Точность преобразования не хуже 0,1% для входных модулей и 0,3% для выходных. Напряжение изоляции составляет 2500 В. Габаритные размеры модулей 48,3×55,9×11,7 мм. Модули являются одноканальными и легко монтируются на специализированные монтажные панели. При этом допускается смешанная установка входных, выходных и дискретных модулей ввода-вывода (рис. 2). Монтаж

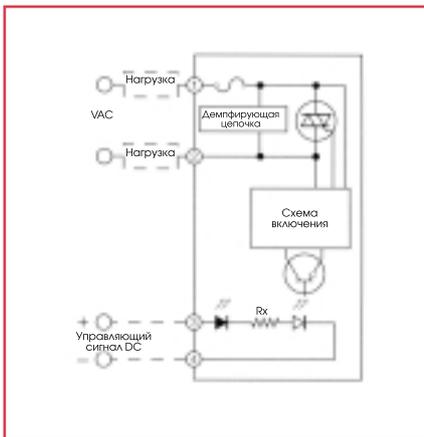


Рис. 3. Структурная схема выходного модуля 70G-OAC

ные панели на 4, 8, 16, 24, 32 модуля поставляют фирмы Grayhill, Opto22, Octagon Systems и др.

Рассмотрим более подробно работу входных аналоговых модулей УСО на примере модулей 73G-IVxx (рис. 6). Входной сигнал через контакты 1 и 2 модуля поступает на нормирующий усилитель с фильтром на

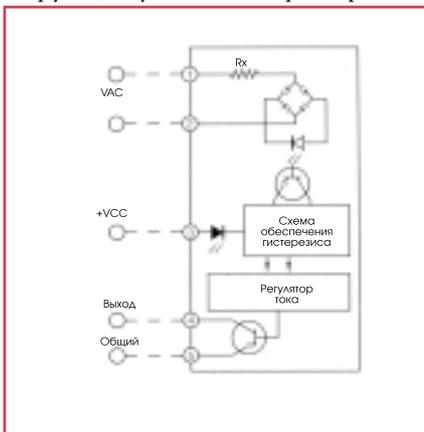


Рис. 4. Структурная схема входного модуля 70G-IAC

входе и далее на преобразователь напряжения в частоту (ПНЧ). С выхода ПНЧ частота, пропорциональная входному сигналу, через опторазвязку подается на выходные контакты модуля. Выходной сигнал

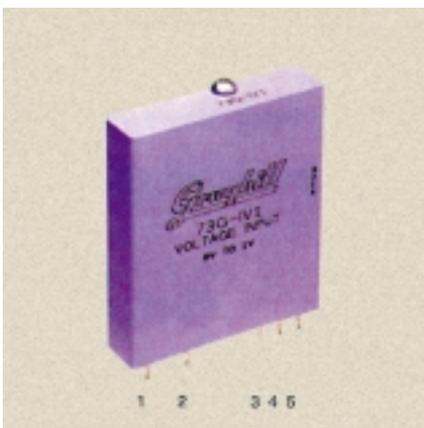


Рис. 5. Аналоговый модуль УСО фирмы Grayhill

имеет вид прямоугольных импульсов амплитудой около 5 В и скважностью 0,4... 0,6. Частота выходного сигнала линейно зависит от значения входного сигнала и меняется в диапазоне от 14,4 кГц до 72 кГц.

Таким образом, цифровое значение входного сигнала можно получить, измеряя частоту с выхода модуля через дискретный порт ввода-вывода программным способом либо используя специализированные платы преобразования частоты в код, например плату 5648 фирмы Octagon Systems. Эта плата позволяет опрашивать до 24 входных модулей 73G, при этом время преобразования составляет 625 мкс на канал. Стоимость такой специализированной платы ниже, чем для традиционной платы АЦП, поскольку она работает с частотным, то есть дискретным сигналом, а значит, не содержит дорогих аналоговых цепей. Дополнительным достоинством устройств развязки данного класса является возможность одновременной установки на монтажную панель как аналоговых, так и дискретных модулей ввода-вывода, так как они совместимы по выводам. Входное сопротивление модулей составляет 1 МОм для модулей, преобразующих напряжение, и 133 Ом для модулей, преобразующих ток. Модули работают в диапазоне температур 0...60°C при температуре хранения -25...+85°C. Напряжение питания 4,5...5,5 В при потреблении тока 120-150 мА.

Аналоговые модули серии G5 позволяют работать со следующими входными сигналами: напряжением, током, сигналами от 5 видов терморезистора. Более подробно параметры модулей приведены в таблице 3.

Выходные аналоговые модули G5 фирмы Grayhill (рис. 7) работают следующим образом: управляющее слово в двоичном последовательном коде поступает на входные контакты модуля и через опторазвязку записывается в буфер. Встроенный ЦАП формирует выходной сигнал в соответствии с информацией в буфере и сохраняет его до изменения содержимого этого буфера. При включении питания модуль формирует сигнал минимальной вели-

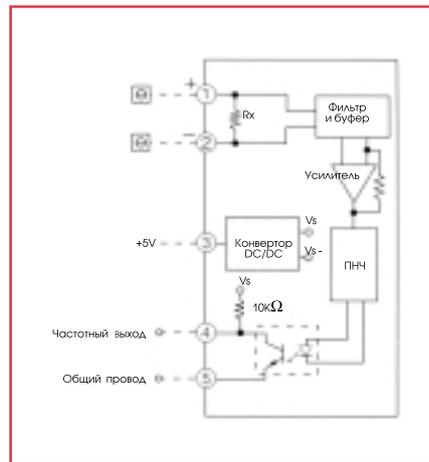


Рис. 6. Структурная схема аналогового входного модуля УСО фирмы Grayhill

чины, что соответствует нулевому содержанию буфера. При этом вход модуля должен находиться в состоянии логической 1 на протяжении 25 мкс. После этого разрешается программирование модуля.

Характеристики выходных модулей приведены в таблице 4.

Таблица 3. Основные электрические параметры входных модулей 73G

Входной сигнал	Диапазон	Разрешение	Тип модуля
Напряжение	0...50 мВ dc*	12,2 мкВ	73G-IV50M
Напряжение	0...100 мВ dc	24,4 мкВ	73G-IV100M
Напряжение	0...1 В dc	244,1 мкВ	73G-IV1
Напряжение	0...5 В dc	1,22 мВ	73G-IV5
Напряжение	0...10 В dc	2,44 мВ	73G-IV10
Напряжение	-5...5 В dc	2,44 мВ	73G-IV5B
Напряжение	-10...10 В dc	4,88 мВ	73G-IV10B
Напряжение	28...140 В ac	27,34 мВ	73G-IVAC120
Напряжение	28...280 В ac	65,52 мВ	73G-IVAC240
Ток	4...20 мА	3,91 мкА	73G-II420
Ток	0...5 А	1,22 мА	73G-II5000
J Терморезистор	0...700°C	0,18°C	73G-ITCJ
K Терморезистор	-100...924°C	0,25°C	73G-ITCK
R Терморезистор	0...960°C	0,23°C	73G-ITCR
T Терморезистор	-200...294°C	0,10°C	73G-ITCT
Пробник AD590	-188...150°C	0,08°C	73G-ITP590
Термосопротивление	-50...350°C	0,10°C	73G-ITR100

\* dc - напряжение постоянного тока, ac - напряжение переменного тока

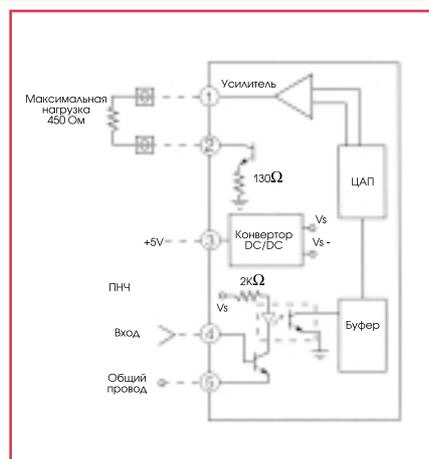


Рис. 7. Структурная схема аналогового выходного модуля УСО фирмы Grayhill с токовым выходом

Временная диаграмма записи 12-рядного слова в модуль изображена на рис. 8, а параметры сигналов приведены в табл. 5. Напряжение питания, ток потребления, рабочий диапазон температур и температура хранения выходных модулей аналогичны входным.

Общее время, необходимое для программирования, составляет  $663,2 \pm 66$  мкс, а время задержки от входа до выхода – 500 мкс.

Управление модулями может осуществляться с помощью дискретного порта программным путем. Возможно использование драйверов, поставляемых фирмой Grayhill или другими фирмами, например Octagon Systems.

Сравнивая аналоговые модули G5 с классическими модулями серии 5B Analog Devices, можно отметить следующее: модули G5 имеют несомненное преимущество в стоимости (90...110\$ для G5 против 150...200\$ для 5B). Одна и та же монтажная панель может использоваться для установки как дискретных, так и аналоговых модулей G5, что повышает степень унификации системы. А то, что для работы с аналоговыми модулями не требуются дорогие платы АЦП, а можно использовать дешевые платы типа 5648 фирмы Octagon Systems, еще больше увеличивает разрыв в стоимости в расчете на один канал. Частотные сигналы с выхода модулей G5 менее подвержены воздействию помех, чем аналоговые сигналы с модулей 5B.

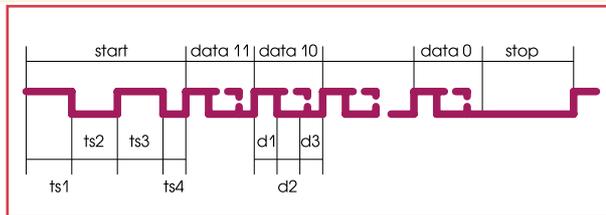
В то же время серия 5B имеет более широкую номенклатуру – 65 различных типов модулей, в том числе 28 типов для работы с терморезисторами, 7 для работы с терморезисторами и 15 типов широкополосных модулей с полосой 10 кГц, тогда как полоса модулей G5 составляет 400 Гц. Кроме этого, модули 5B имеют более широкий рабочий диапазон температур ( $-25^{\circ}\text{C}...+85^{\circ}\text{C}$  против  $0^{\circ}\text{C}...60^{\circ}\text{C}$ ) и могут обеспечить более высокую точность (0,05% против 0,1...0,3%).

**Контроллеры**

Кроме собственно модулей УСО, фирма Grayhill предлагает контроллеры нижнего уровня для обслуживания от 8 до 80 каналов ввода-вывода на

**Таблица 4. Основные электрические параметры выходных модулей 73G**

Выходной сигнал	Диапазон	Разрешение на один бит	Тип модуля
Напряжение	0...5 В dc	1,22 мВ	73G-OV5
Напряжение	-5...5 В dc	2,44 мВ	73G-OV5B
Напряжение	0...10 В dc	2,44 мВ	73G-OV10
Напряжение	-10...10 В dc	4,88 мВ	73G-OV10B
Ток	4...20 мкА	3,9 мкА	73G-OI420
Ток	0... 20 мкА	4,9 мкА	73G-OI020



**Рис. 8. Временная диаграмма программирования выходных аналоговых модулей фирмы Grayhill**

один узел. Предлагаются контроллеры типа MicroDAC, MicroLon, ProMux (рис. 9). В качестве протоколов можно использовать Arcnet, LonWorks, DeviceNet, расширенную версию OptoMux. Узлы могут быть соединены между собой витой парой (RS-485 или TP/XF), коаксиальным кабелем или оптоволоконком. Максимальное количество узлов в сети – 64...32385; максимальное

расстояние между узлами без повторителей – 500...2300 м. К сожалению, более подробное описание контроллеров выходит за рамки данной статьи.

**Заключение**

Фирма Grayhill предлагает очень широкую номенклатуру компонентов, используя которые, разработчики могут создавать высококачественные АСУ ТП, вполне конкурентоспособные по отношению к продукции ведущих западных производителей и системных интеграторов.

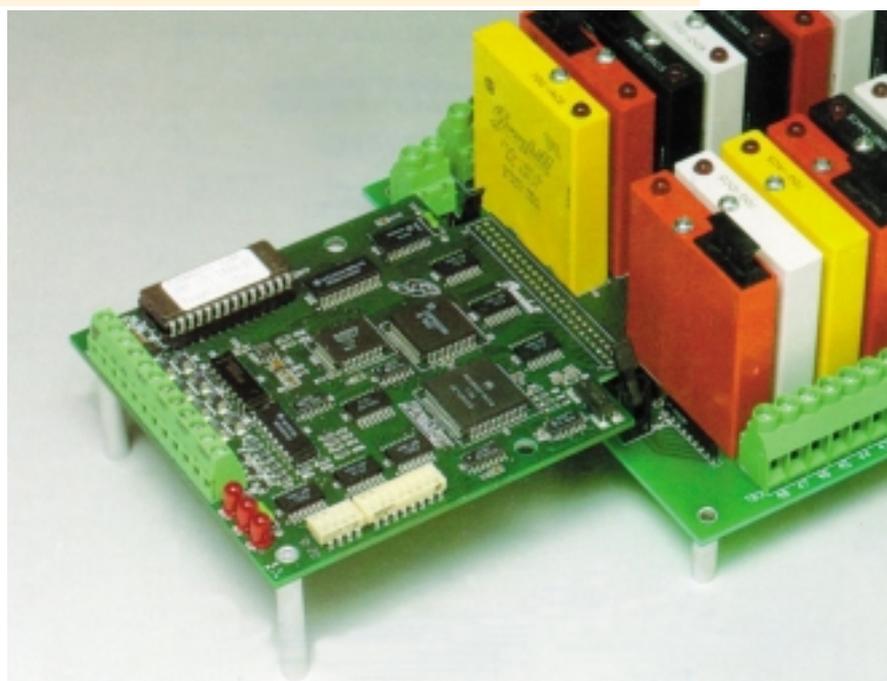
Конструктивные особенности модулей и монтажных панелей дают возможность быстро производить диагностику и замену вышедших из строя модулей, что, в свою очередь, упрощает обслуживание действующих АСУ ТП.

Использование аналоговых и дискретных устройств связи с объектом, предлагаемых различными производителями, позволяет сократить сроки разработки и ввода в эксплуатацию АСУ

**Таблица 5. Параметры сигналов программирования выходных аналоговых модулей фирмы Grayhill**

Сигнал	Длительность	Точность	Назначение сигнала	Примечание
START	22,4 мкс	10%	Стартовая посылка	
STOP	500 мкс	10%	Стоповая посылка	
DATA	12,8 мкс	10%	Данные	Старший бит первый
ts1	3,2 мкс	10%		
ts2	9,6 мкс	10%		
ts3	6,4 мкс	10%		
ts4	3,2 мкс	10%		
d1	3,2 мкс	10%	Начало бита данных	
d2	6,4 мкс	10%	Информационное поле	Высокий уровень - лог. 1
d3	3,2 мкс	10%	Конец бита данных	

ТП, повысить их надежность и упростить обслуживание. ●



**Рис. 9. Плата контроллера ProMux®**