

Выбираем цифровое устройство центральной сигнализации

В настоящее время на рынке цифровых устройств релейной защиты присутствует более 10 различных предприятий, как отечественных, так и зарубежных, но цифровые устройства центральной сигнализации выпускают не более трех из них. Однако даже в этом случае существует проблема выбора. Поэтому представляется целесообразным сравнить характеристики известных устройств для того, чтобы предоставить потребителю возможность обоснованного и осознанного выбора.

Известно, что для аварийной, предупредительной и другой сигнализации на подстанциях и энергообъектах различного назначения длительное время применялись технические средства и схемные решения, которые подробно описанные в книге [1].

Попытки построения на этих принципах схем централизованной сигнализации вызывали значительные трудности, как при проектировании, так и настройке и эксплуатации таких схем [2, 3, 4]. До появления цифровых устройств релейной защиты применение подобных схем сигнализации полагалось вполне допустимым. Однако широкое распространение цифровых методов получения, обработки и передачи информации в устройствах релейной защиты и автоматики сделало актуальной разработку цифровых устройств сигнализации, предназначенных для:

- приема и отображения на дисплее и с помощью световых (точнее светодиодных) индикаторов сигналов от датчиков нормальной, аварийной и предупредительной сигнализации;
- формирования сигналов обобщенной сигнализации;
- фиксации и хранения информации о времени и дате приема сигнала;
- передачи этой информации по последовательным каналам связи.

Устройства, обеспечивающие выполнение перечисленных функций выпускаются довольно давно. Например, широко известны хорошо зарекомендовавшие себя в промышленности устройства аварийной, технологической и предупредительной сигнализации [5]. Однако они не предназначены для работы в действующих электроустановках, так как не имеют входов импульсной сигнализации и не могут работать от источников оперативного питания.

Первой в РФ по времени появления разработкой, предназначенной для использования в электроустановках, стал блок **БМЦС** (рис. 1). В этом устройстве [6, 7] в полной

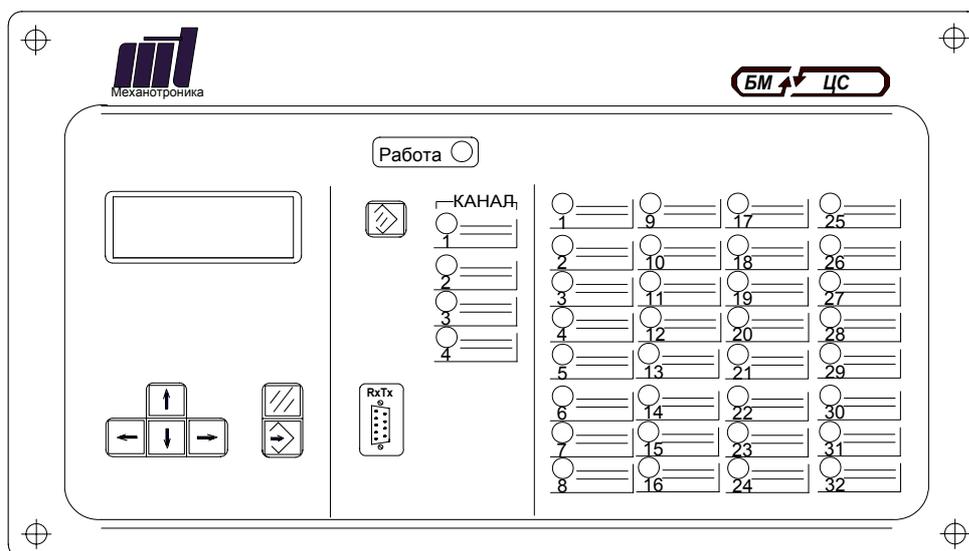


Рис. 1 Лицевая панель устройства **БМЦС**

мере были реализованы возможности, представляемые цифровой техникой, а также решен вопрос замены традиционного реле импульсной сигнализации типа РИС-Э2 или реле импульсной сигнализации на полупроводниковых элементах типа РИС-Э2М [см. 1 с. 69, 71].

БМЦС и Сириус-ЦС 2

На выставке «Релейная защита и автоматика энергосистем 2004», проходившей в мае 2004 в Москве, в павильоне «Электрификация» был представлен образец устройства аналогичного назначения под названием «Сириус-ЦС», разработки ЗАО «Радиус-автоматика», г. Зеленоград. Через некоторое время в журнале [8, с. 63] была размещена информация об устройстве (рис. 2), предназначенном для построения «систем центральной сигнализации (ЦС) на подстанциях. Оно позволяет обрабатывать сигналы, поступающие от микропроцессорных или электромеханических устройств по шинкам сигнализации, фиксировать время появления и снятия сигналов от ... устройств защиты, подключаемым к дискретным оптронным входам, а также формировать сигналы обобщенной сигнализации».



Рис.2 Лицевая панель устройства «Сириус-ЦС»

Непосредственная работа с устройством «Сириус-ЦС», анализ руководства по эксплуатации [9], размещенного по адресу www.rza.ru и рекламного материала в журнале [8] позволяет произвести сравнение характеристик устройств **БМЦС** и «Сириус-ЦС», которое начнем с цепей питания этих блоков (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики цепей питания

Характеристика	БМЦС	«Сириус – ЦС»
Номинальное напряжение питания, U ном: - переменное с частотой от 45 до 55 Гц, выпрямленное или постоянное - постоянное или выпрямленное	220 В 110 В	220 В 110 В
Диапазон напряжения питания при U ном =220 В	(88-264) В	(178-242) В
То же, при U ном =110 В	(88-132) В	(88-132) В
Устойчивость к 100% провалам напряжения при U ном =220 В,	0,5 с	-*
То же, при U ном =110 В	0,2 с	-*
Потребляемая от источника питания мощность,	≤ 10 Вт	≤ 30 Вт
*Данные отсутствуют		

Выводы, которые можно сделать из информации, приведенной в табл. 1, таковы:

1. Работа устройства «Сириус-ЦС» не обеспечивается при изменении напряжения питания в диапазоне от 88 до 264 В, установленном в [10] и характерном для напряжения оперативного питания подстанций.

БМЦС и Сириус-ЦС 3

2. Устройство «Сириус-ЦС» потребляет почти в три раза больше мощности по сравнению с устройством **БМЦС** при одинаковом количестве принимаемых входных сигналов.

2. В документации устройства «Сириус-ЦС» отсутствует информация об устойчивости к 100% провалам напряжения питания, что говорит о невыполнении обязательных требований, установленных в [10].

Здесь необходимо отметить, что выпускаемые в настоящее время терминалы «Сириус-ЦС» работают не менее 0,5 секунды после полного пропадания питания

Для контроля наличия оперативного напряжения в сравниваемых устройствах предусмотрены специальные входные ячейки:

- КНП в устройстве **БМЦС** (рис. 3, а);
- КП1 и КП2 в устройстве «Сириус-ЦС» (рис. 3, б).

В устройстве **БМЦС** напряжение оперативного питания контролируется на входе, а в устройствах «Сириус-ЦС» и «Сириус-ААРТ» [11], контроль напряжения питания выполнен в соответствии со схемами на рис. 3 б и 4. Необходимо обратить внимание, что важность контроля цепей питания подчеркнута надписью на схеме: «Обязательные цепи связи».

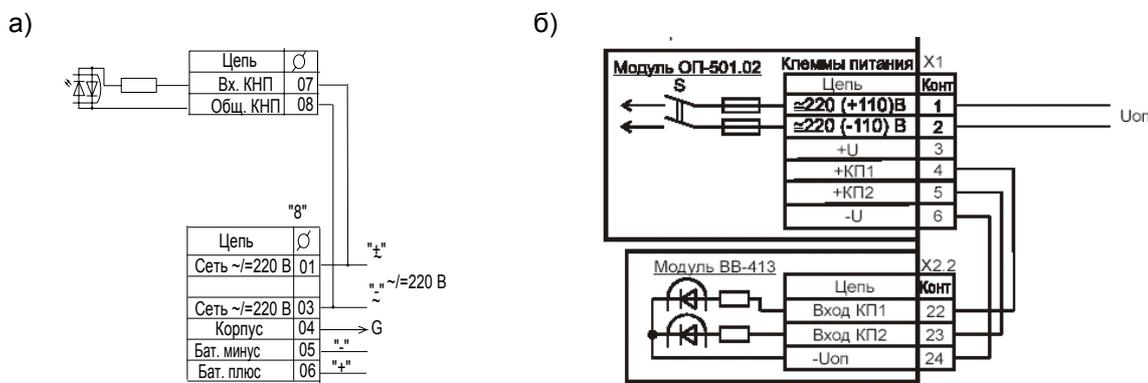


Рис. 3. Контроль цепей питания в блоках **БМЦС** (а) и «Сириус-ЦС» (б)

Недостаток такой организации контроля питания для потребителя (сигнал об отсутствии оперативного напряжения поступает с запаздыванием из-за наличия кон-

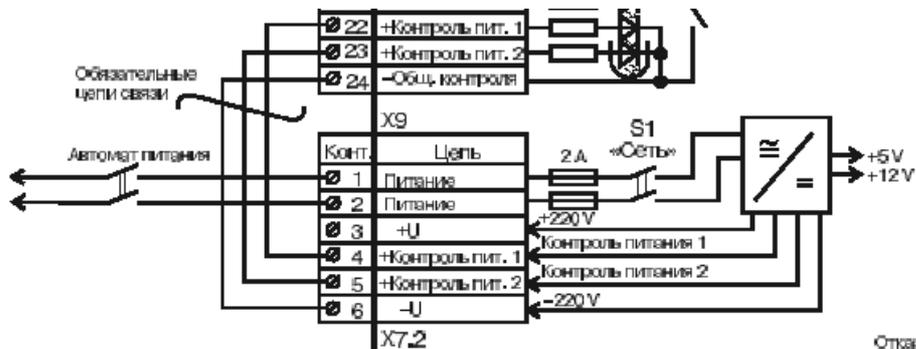


Рисунок 4 Организация контроля цепей питания в блоке «Сириус-ААРТ»

денсаторов в схеме блока питания) можно оценить по цитате из описания устройства «Сириус-ААРТ»:

«В исключительных случаях, которые могут быть вызваны пропаданием напряжения оперативного питания именно в момент перезаписи значений уставок в энерго-независимую память, может произойти повреждение информации в памяти уставок. Так как при этом устройство перестает выполнять свои функции, то оно блокируется и выдает сигнал «Отказ». Восстановление работоспособности производится с помощью клавиатуры устройства без его вскрытия и демонтажа. Следуя указаниям на индикаторе необходимо произвести перезапись всех уставок в энергонезависимой памяти»

устройства с обязательным последующим вводом необходимых значений и их проверкой» [11, с.22, п. 2.8.3]¹.

Точка контроля напряжения оперативного питания в устройстве **БМЦС** расположена до преобразователей напряжения, что позволяет не допустить возникновения такой ситуации в принципе, так как при любом номинальном значении напряжении питания напряжения на выходе преобразователя сохраняются не менее 0,5 с (при номинальном напряжении 220 В) или 0,2 с (при номинальном напряжении 110 В) после исчезновения напряжения оперативного питания, наличие которого и контролируется на входе блока. Этого более чем достаточно для перезаписи тех данных, которые должны быть сохранены.

Следует отметить, что в блоке **БМЦС** внешние зажимы для подключения ячейки КНП (рис. 3, а) использовались не по техническим причинам. Поэтому в более поздних разработках НТЦ «Механотроника» подключение узла контроля оперативного питания выполняется внутри блоков. В настоящее время в устройствах «Сириус-ЦС» эти цепи перенесены внутрь терминала, а напряжение контролируется после диодного моста и фильтра питания. В узле контроля предусмотрено два порога (значения даны для исполнения 220 В):

- первый - 150-160 В;
- второй - 160-170В.

Включение блока разрешается, если напряжение превышает второй порог. Работа запущенной программы блокируется при снижении напряжения ниже первого порога.

Отметим, что в блоках **БМЦС** предусмотрено подключение к зажимам 05 и 06 соединителя «8» (рис. 3, а) конденсаторных батарей, что позволяет увеличить устойчивость блока к 100% перерывам питания до 10 с при нормальных климатических условиях. Такой промежуток времени необходимо для того, чтобы при потере питания устройство успело отработать все выдержки времени, предусмотренные программой обработки входных и формирования выходных сигналов. Кроме этого, устройство успевает ответить на запросы и выполнить команды, передаваемые по каналам связи с АСУ.

Сравниваемые блоки **БМЦС** и «Сириус – ЦС» обеспечивают прием и отображение сигналов *двух типов*:

- **импульсных сигналов**, возникающих на шинках сигнализации [1];
- **потенциальных сигналов**, поступающих от «сухих» контактов датчиков и реле [2, 3].

Прием сигналов первого типа в блоках типа **БМЦС** осуществляет устройство импульсной сигнализации [6], представляющее в некоторой степени функциональный аналог используемых до сих пор реле импульсной сигнализации РИС-Э2 и РИС-Э2М [1] (рис. 5).

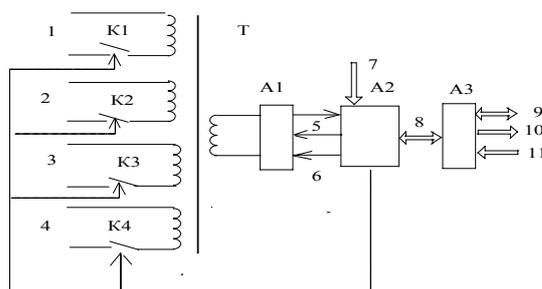


Рис.5. Структурная схема устройства импульсной сигнализации типа **БМЦС** по [6]

Токовые импульсы с шинки сигнализации поступают на входы 1 – 4 импульсного трансформатора Т, преобразующего их в напряжение, поступающее на вход блока А1, где фиксируются изменения напряжения на вторичной обмотке трансформатора Т. После преобразования и усиления напряжение поступает на вход блока контроля А2. Нечув-

¹ Необходимо отметить, что для предотвращения такого потенциально возможного явления, в блоке «Сириус-ЦС» предусмотрена программная защита, исключающая потерю данной информации.

БМЦС и Сириус-ЦС 5

ствительность устройства импульсной сигнализации блока типа **БМЦС** к изменениям напряжения питания шинок обеспечивается тем, что входные элементы реагируют только на скачкообразное увеличение тока шинок на определенное значение и не реагируют на медленное его изменение. Одновременно обеспечивается нечувствительность входов импульсной сигнализации к изменениям напряжения питания шинок в диапазоне от минус 20% до плюс 10 % номинального значения.

Токовые входы блока предназначены для организации групповой сигнализации с обеспечением повторности действия. К входам каналов импульсной сигнализации 1 – 4 могут подключаться шинки аварийной (ШЗА), предупредительной (ШЗП) сигнализации и другие. Выключателями *K1* – *K4* предназначены для подключения и отключения входов импульсной сигнализации при настройке блока на месте установки

Входы импульсной сигнализации в устройстве «*Сириус-ЦС*» организованы аналогично (ср. рис. 6, а и 6, б), что дополнительно подтверждается сравнением текстов в руководствах по эксплуатации:

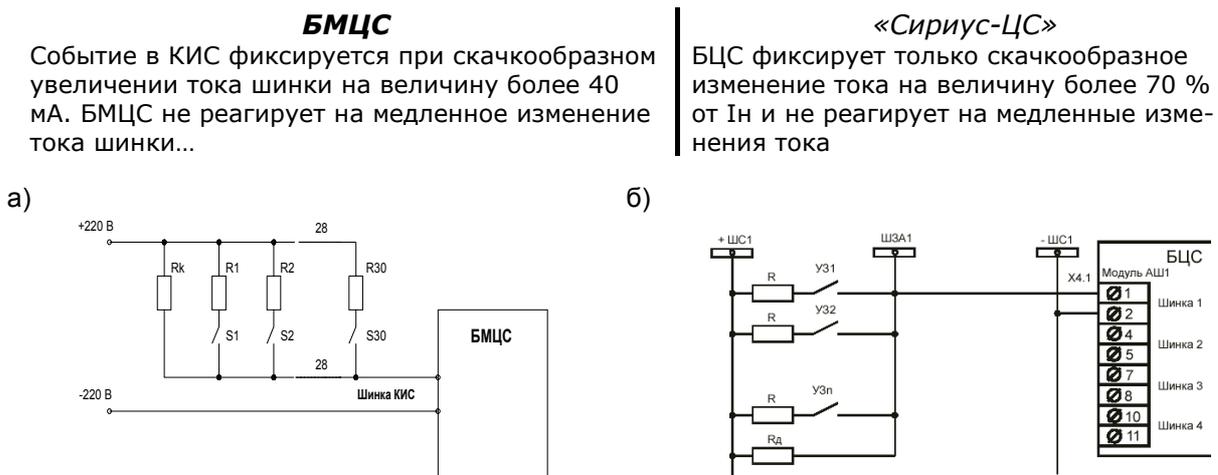


Рис. 6. Подключение датчиков к шинкам импульсной сигнализации в устройствах **БМЦС** (а) и «*Сириус-ЦС*» (б).

Дальнейшее сравнение текстов руководств по эксплуатации позволяет установить, что выбор сопротивления токоограничивающих резисторов для устройств производится по идентичным формулам (1) и (2):

<p style="text-align: center;">БМЦС</p> $R = \frac{U_{ш}}{0,05}, \quad (1)$	<p style="text-align: center;">«<i>Сириус-ЦС</i>»</p> $R = U_{оп}/I_n \quad (2)$
--	--

где: R - сопротивление токоограничивающего резистора, *кОм*;
 $U_{ш}$ - напряжение питания шинки, *В*,
 $U_{оп}$ - напряжение оперативного питания (напряжение шинки), *В*,
 I_n - номинальный ток в шинке при замыкании одного контакта, *мА*
 0,05 - номинальный ток в шинке при замыкании одного контакта, *А*

Отличие рассматриваемых формул вызвано только тем, что номинальный ток в шинке в формуле (1) всегда равен 50 мА, так как уставка срабатывания входа импульсной сигнализации в блоке **БМЦС** постоянна. В формуле (2) значение номинального тока принимается равным 50 или 200 мА в соответствии с выбранной уставкой срабатывания импульсного входа. Расчетное значение сопротивления R , полученное по обеим формулам, согласно рекомендациям, приведенным в руководствах по эксплуатации рассматриваемых блоков, округляется до ближайшего меньшего стандартного значения.

Следует отметить, что формула (1) приводилась в старой редакции руководства по эксплуатации **БМЦС** и сопровождалась таким комментарием:

«Например, для напряжения питания шинки, равного 220 В, расчетное значение сопротивления составляет 4,4 кОм. Ближайшее стандартное значение равно 4,3 кОм. Допускается использовать резисторы с номинальным значением 3,9 кОм.»

В последней редакции руководства по эксплуатации рассматриваемая формула отсутствует.

Для обеспечения непрерывного контроля исправности шинки в схемах блоков предусмотрено подключение на удаленном конце шинки резистора R_k (блок **БМЦС**, рис. 6, а) или R_d (блок «Сириус-ЦС», рис. 6, б). При этом оба блока обнаруживают обрыв шинки, ее обесточивание или неисправность внутренних цепей импульсной сигнализации. Сопротивление резистора R_k (R_d) должно быть равно сопротивлению резисторов, подключенных к датчикам, так как это связано с чувствительностью токового входа.

Максимальное количество датчиков, подключаемых к шинке, ограничивается тем, что суммарный ток при одновременном замыкании всех подключенных контактов не должен превышать 1,9 А (блок «Сириус-ЦС») или 1,8 А (блок **БМЦС**). Превышение максимального тока тем и другим блоками воспринимается как наличие короткого замыкания на шинке.

В каждом из рассматриваемых блоков в каналах импульсной сигнализации обеспечивается селекция импульсных сигналов по длительности.

В блоках **БМЦС** (при нулевом значении уставки срабатывания по времени) фиксируются все импульсные сигналы, интервал между которыми превышает 50 мс. Два или более сигнала, поступившие с интервалом менее 50 мс, воспринимается блоком как один.

Когда значение уставки срабатывания по времени выбрано отличным от нулевого, то при появлении первого сигнала начинается отсчет времени уставки. Во время выдержки подсчитывается количество срабатываний и возвратов датчиков, подключенных к шинке. Если в момент окончания выдержки количество срабатываний датчиков превысит количество их возвратов, то формируется выходной сигнал канала импульсной сигнализации.

В руководстве по эксплуатации блока «Сириус – ЦС» сигнал, не отвечающий заданной продолжительности, отнесен к *ложным*. Если при настройке блока «Сириус-ЦС» была запрещена фиксация ложных сигналов, то ложными считаются все импульсные сигналы, длительность которых меньше выдержки включения $T_{вкл}$. Если же фиксация ложных сигналов была разрешена, то при программировании блока дополнительно должна быть задана длительность интервала времени $T_{лож\ сигн}$ от 1 до 60 минут (дискретность 1 минута) и допустимое количество ложных сигналов $Max\ лож.\ сигн.$ (от 1 до 20 с дискретностью 1) за данный интервал времени, в течение которого подсчитывается количество ложных сигналов. Время обнаружения ложного сигнала заносится в регистр ложных сигналов соответствующего входа.

Представляется, что селекция импульсных сигналов только по их продолжительности (в отличие от числа срабатываний и возвратов за определенный промежуток времени), не позволяет однозначно отнести тот или иной сигнал к «ложным» и не дает оснований для их подсчета отдельно от «истинных» сигналов.

Поэтому, анализируя алгоритм работы входов импульсной сигнализации устройства «Сириус-ЦС», можно сделать вывод о его практической идентичности алгоритму защищенному патентом [2].

На основании сравнения параметров, приведенных в технической документации, и сопоставления текстов руководств по эксплуатации, составлена табл. 2, содержащая технические характеристики входов импульсной сигнализации для рассматриваемых цифровых блоков центральной сигнализации. Сравнение приведенных характеристик позволяет сделать вывод о схожести входов импульсной сигнализации в этих блоках.

Прием сигналов от «сухих» контактов (входы потенциальной сигнализации) организован в рассматриваемых блоках также одинаково – с помощью оптронных входных преобразователей (рис. 7). Характеристики этих входов приведены в табл. 3. Для сокращения объема таблицы в ней не приведены показатели устойчивого срабатывания и несрабатывания для входов с номинальным напряжением 110В, используемых в блоке **БМЦС**, но отсутствующие в устройстве «Сириус-ЦС».

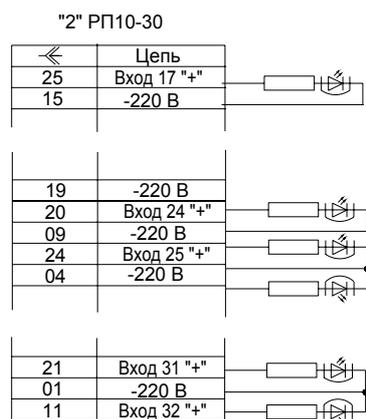
Следует обратить внимание на то, что в документации на блок «Сириус-ЦС» воспроизведена форма записи, использовавшаяся ранее в документации НТЦ «Механотроника», в виде **диапазона напряжений** устойчивого несрабатывания

Таблица 2. Входы импульсной сигнализации блоков **БМЦС** и «Сириус-ЦС»

Характеристика	БМЦС	«Сириус-ЦС»
Число входов импульсной сигнализации	4	
Число датчиков, подключаемых к входу импульсной сигнализации при:	≤ 30	
I ном = 50 мА		
I ном = 200 мА	нет	9
Амплитуда импульса тока устойчивого срабатывания	≥ 40 мА	≥ 0,7 I ном
Длительность импульса	≥ 50 мс	≥ 30 мс
Дискретность фиксации моментов времени	10 мс	*
Ток возврата входа импульсной сигнализации	≥ 65 мА	*
Входное сопротивление	≤ 2 Ом	
Род тока	постоянный	
Термическая стойкость входа, длительно	≥ 1,8 А	≤ 1,9 А
Разрешающая способность по времени	≤ 80 мс	*
Диапазон уставок для выдержек по времени срабатывания	0,00 – 99,99 с	
Дискретность задания уставок по времени срабатывания	0,01 с	
* Сведения об этих характеристиках в [8, 9] отсутствуют		

В новых редакциях документации НТЦ «Механотроника» использует иные характеристики – «значение величины устойчивого срабатывания» и «значение величины устойчивого несрабатывания» (см. табл. 3, ГОСТ 2933-83 и [4]).

а)



б)



Рис. 7. Входы для дискретных сигналов в блоке **БМЦС** (а) и «Сириус-ЦС» (б)

Таблица 3. Потенциальные входы сигнализации блоков **БМЦС** и «Сириус-ЦС»

Характеристика	БМЦС	«Сириус-ЦС»
Количество входов для подключения датчиков	32	
Диапазон уставок выдержек времени на трогание	0,03-99,99 с	0,00-99,99 с
То же, на возврат	0,03-99,99 с	0,00-99,99 с
Дискретность задания выдержки времени	0,01 с	
Допускаемая основная погрешность выдержек времени, не более:		
абсолютная, в диапазоне уставок от 0,03 до 10,00 с	± 10 мс	*
относительная, в диапазоне уставок от 10,01 до 99,99 с	± 0,1 %	*
Номинальное напряжение	220 В	
Напряжение устойчивого срабатывания**	170 В	(150 – 300) В
Напряжение устойчивого несрабатывания**	140 В	(0 – 120) В
Минимальная длительность входного сигнала	(20 ± 2) мс	30 мс
Максимально допустимое входное напряжение	264 В	242 (?) В
Дискретность фиксации моментов времени	1 мс	*
* - данные в документации [8, 9] отсутствуют		
** - Для устройства «Сириус-ЦС» приведен диапазон напряжений		

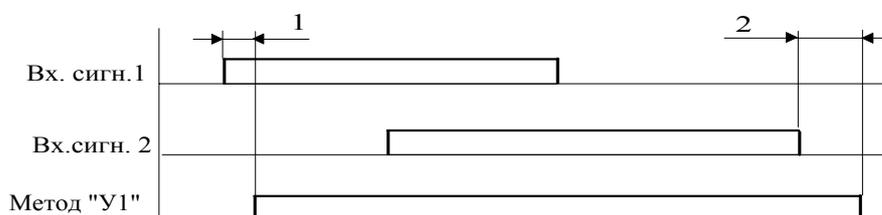
Взаимосвязь между работой индикатора (светодиода), расположенных на лицевых панелях блоков, и сигналами, поступающими от датчиков на дискретных потенциальные входы и выходными реле обобщенной сигнализации в блоке **БМЦС** задается выбранным при настройке (программировании) **методом индикации** (связь между датчиком и индикатором) и **методом управления** (связь между датчиком и выходным реле). В блоке «Сириус – ЦС» эта связь определяется **способом управления**, связывающим датчики, индикаторы и выходные реле.

Для иллюстрации рассмотрим только один метод управления выходным реле для аварийных сигналов (рис. 8, а) в блоке **БМЦС** и один метод управления (рис. 8, б) в блоке «Сириус-ЦС».

Как показывают рисунки, обе диаграммы имеют полное сходство. Отличие же сравниваемых диаграмм заключается только в возможности введения задержки на время трогания *1* и выдержки на возврат *2* выходного реле, предоставляемой программой блока **БМЦС** (рис.8, а), но отсутствующей в блоке «Сириус-ЦС».

Помимо рассмотренных характеристик важное значение имеет и ремонтпригодность устройства. В устройстве **БМЦС** предусмотрена система самодиагностики, выполняющая непрерывный контроль всех модулей. Кроме того, предусмотрен режим «Тест», позволяющий оператору проверить исправность светодиодов, дисплея и кнопок на

а)



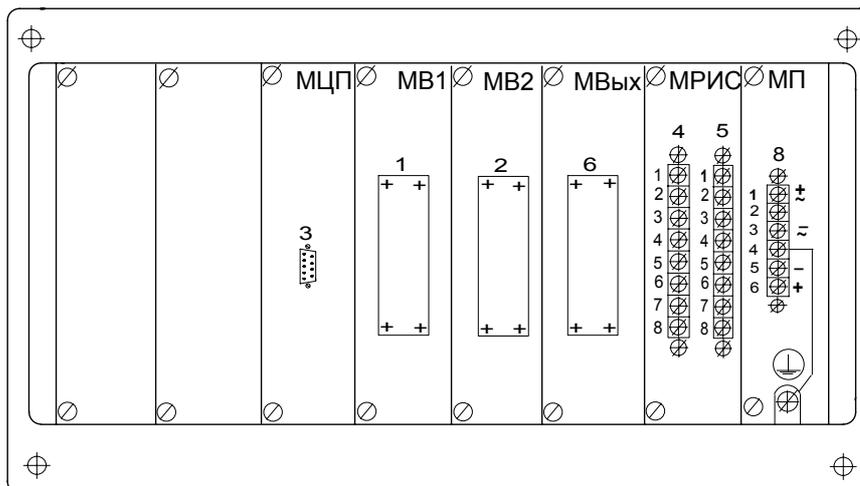
б)



Рис. 8. Временные диаграммы управления выходным реле для аварийной сигнализации в блоке **БМЦС** (а) и «Сириус-ЦС» (б)

лицевой панели. В устройстве **БМЦС** использованы модули и корпуса стандарта «Евромеханика», поэтому для замены отказавшего модуля необходимо просто вынуть его из корпуса, на освободившееся место установить исправный. Установка модуля в корпус производится по направляющим с последующим закреплением двумя винтами (рис. 9, а). Затраты времени на диагностирование устройства и замену модуля составляют менее 2-х часов.

а)



б)

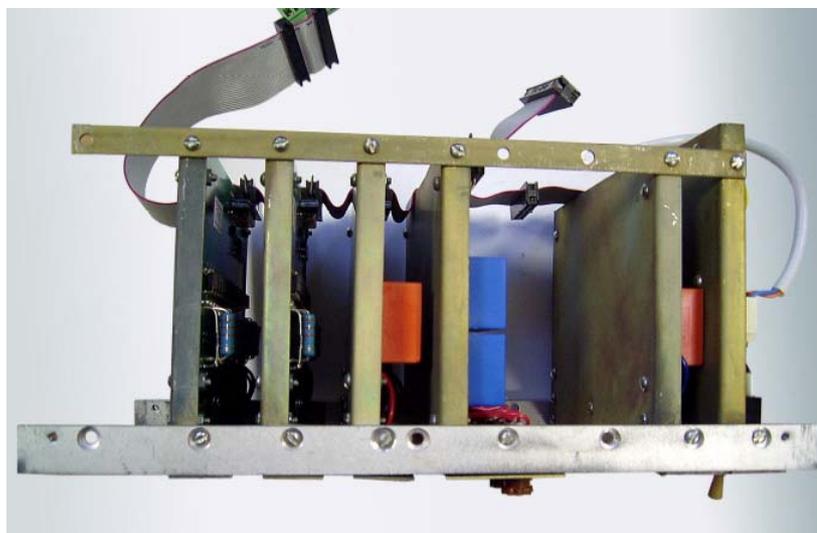


Рис. 9 Расположение модулей в корпусах устройств **БМЦС** (а) и «Сириус-ЦС» (б)

Устройство «Сириус-ЦС» представляет собой неремонтопригодную конструкцию (рис. 9, б). Для замены любого отказавшего модуля необходимо не только демонтировать устройство, но полностью разобрать его для снятия любого из модулей. Подтверждением неремонтопригодности служит и отсутствие соответствующих указаний в [9].

По результатам сравнения можно сделать вывод, что для использования в электроустановках, на подстанциях, в КТП и т.п. объектах, наиболее приемлемым по всем показателям, регламентированным в [10] является устройство **БМЦС**. К преимуществам **БМЦС** относится наличие исполнений по номинальному напряжению оперативного питания 110 и 220 В. Следует также учесть, что устройство **БМЦС** сертифицировано для применения на объектах атомной энергетики.

Литература:

1. Лабок О.П. Сигнализация на подстанциях. М.: Энергия, 1973, 112 с.
2. Захаров О.Г. Настройка схем сигнализации//Судостроение, 1997, №7, С.39
3. Захаров О.Г. Схема централизованной световой сигнализации с обобщенным звуковым сигналом.//Судостроение, 1975 № 3, С.35
4. Захаров О.Г. Словарь-справочник по настройке судового электрооборудования. Л.: Судостроение, 1987, 216 с.
5. Номенклатурный каталог 2003. Воронеж, ОАО «Автоматика», 2003, 528 с
6. Микропроцессорное релейное устройство импульсной сигнализации. Патент № №2195707 //Бюллетень изобретений №36 от 27.12.2002//7G08 B29/00, G01 R31/08

БМЦС и Сириус-ЦС 10

7. Цифровые устройства релейной защиты. Каталог продукции 2004. СПб, НТЦ «Механотроника», 2004, 160 с
8. «Сириус-ЦС». Сигнализация для подстанций//Новости электротехники, № 3(27), 2004, С.63
9. Блок центральной сигнализации «Сириус-ЦС». Руководство по эксплуатации, паспорт. М.: ЗАО «Радиус-автоматика», 2004 (цитируется редакция документа, представленная на сайте www.rza.ru).
10. РД 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. М., ОРГРЭС, 1997, 36 с.
11. Микропроцессорный терминал автоматической аварийной разгрузки трансформатора «Сириус-ААРТ». Руководство по эксплуатации. Паспорт. М.: ЗАО «РАДИУС Автоматика», 2004 (цитируется редакция документа, представленная на сайте www.rza.ru)