

# УНИВЕРСАЛЬНЫЙ РЕГИСТРАТОР АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ РРС1

Лариса Носик, Эдуард Кондрычин, Тарас Собакарь, Иван Лукин

Рассматриваются характеристики, функции и особенности работы универсального регистратора аварийных событий РРС1, применяемого на энергообъектах.

## Введение

Одной из основных функций энергетической отрасли является бесперебойное снабжение промышленного производства, транспорта и всей инфраструктуры жизнеобеспечения населения различными видами энергоресурсов. На сегодняшний день в области производства, передачи и потребления электроэнергии, помимо задач технического и коммерческого учета электропотребления, не менее остро стоит проблема своевременного обнаружения и регистрации аварийных и предаварийных ситуаций на крупных энергообъектах, к которым можно отнести гидроэлектростанции, тепловые и атомные станции, магистральные подстанции сетевых предприятий, а также понижающие подстанции и распределительные устройства крупных промышленных предприятий. Критерием качества работы перечисленных энергообъектов принято считать непрерывность подачи электрической энергии потребителям при одновременном поддержании параметров обслуживаемой энергосистемы в пределах заданных значений. Регистратор аварийных событий (далее – аварийный регистратор) является одним из элементов автоматизированных

систем контроля и управления энергообъектами (АСКУЭ), призванных обеспечивать соответствие последних указанному критерию.

На аварийные регистраторы возлагаются следующие основные функции:

- измерение значений непрерывных (аналоговых) параметров контролируемой энергосети (ток, напряжение и т. п.);
- контроль положения коммутационных аппаратов энергообъекта;
- обнаружение аварийных и предаварийных событий на энергообъекте по выходу значений контролируемых непрерывных параметров за пределы допустимых диапазонов, а также по соответствующему изменению положения коммутационных аппаратов;
- оперативное доведение информации об обнаруженных аварийных событиях и отклонениях до технологического и обслуживающего персонала энергообъекта;
- сохранение и накопление (регистрация) информации об аварийных событиях с последующей передачей в адрес верхнего уровня АСКУЭ для дальнейшего анализа и обработки.

Структура построения аварийного регистратора (рис. 1) определяется требованиями к его основным характеристикам, в число которых входят:

- состав и количество измеряемых аналоговых и контролируемых дискретных сигналов;
- перечень сигналов, по результатам анализа которых принимается решение о наличии предаварийной или аварийной ситуации на контролируемом объекте, и способ формирования данного перечня;
- временной интервал регистрации, определяющий необходимый объем запоминающего устройства для хранения информации об аварийных событиях.

Отсутствие четко регламентированных единых требований к указанным характеристикам объясняется, по всей видимости, значительными отличиями между энергообъектами различных классов.

По мнению авторов РРС1, единственным способом разрешения указанной проблемы является предоставление пользователю возможности самостоятельной настройки и адаптации характеристик регистратора (табл. 1).

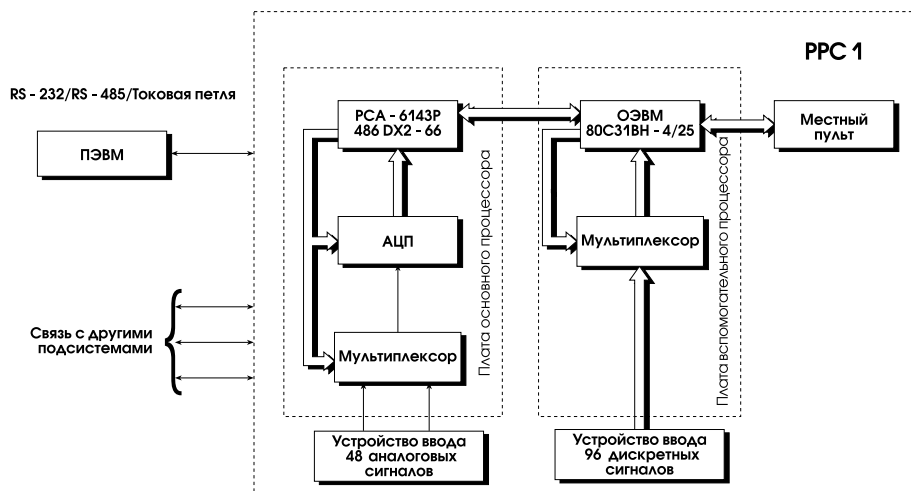


Рис. 1. Структурная схема регистратора PPC1

### Универсальность PPC1

Использование возможностей современной вычислительной техники позволило создать многофункциональный аварийный регистратор для энергообъектов различной величины и сложности. Все важнейшие характеристики регистратора могут быть заданы при начальной настройке и изменены пользователем в процессе эксплуатации с помощью специальной программы конфигурирования. Установленные значения параметров конфигурации переносятся в регистратор и сохраняются во входящем в его состав энергонезависимом ОЗУ, после чего используются для формирования алгоритма функционирования. Диалоговые панели программы конфигурирования показаны на рисунках 2-4.

Одной из основных характеристик аварийного регистратора является количество регистрируемых аналоговых и дискретных сигналов. PPC1 работает с тем количеством физических (непосредственно измеряемых) аналоговых сигналов, которое задает пользователь, но не более 48. Кроме того, имеется возможность вычисления ряда непрерывных параметров трехфазных систем с использованием известных расчетных соотношений, применяемых к непосредственно измеряемым параметрам. В результате общее количество регистрируемых непрерывных параметров может быть увеличено до 64. Количес-

во контролируемых дискретных сигналов также задается пользователем.

Другой важной характеристикой аварийного регистратора является перечень условий активизации процедуры регистрации, иначе – условий запуска. Для PPC1 в качестве активизирующего (пускового) может рассматриваться лю-

бое подмножество аналоговых и дискретных сигналов, а в качестве условий запуска, – выход значения аналогового сигнала за пределы допустимого диапазона. Дискретный сигнал может быть запускающим при переходе соответствующего контролируемого коммутационного аппарата в замкнутое или разомкнутое положение. Кроме того, запуск по состоянию дискретного сигнала может быть произведен при наличии следующих условий:

- пуск 1-го типа – начало и окончание регистрации определяются изменением положения коммутационного аппарата;
  - пуск 2-го типа – начало регистрации при переходе коммутационного аппарата в предварительно заданное положение, окончание регистрации – при обнаружении признаков завершения аварийного процесса по результатам анализа измеренных значений непрерывных параметров.
- По требованию пользователя возможен запуск по отклонению частоты.

Единицы измерения, масштабные коэффициенты, номинальные значения

Таблица 1

#### Характеристики регистратора PPC1

Количество физических аналоговых сигналов	до 48
Количество вычисляемых аналоговых сигналов	до 16
Интервал считывания аналоговых сигналов *	от 5 градусов электрических промышленной частоты (278 мкс)
Точность приема аналоговых сигналов	в номинальном диапазоне 0,2...0,3%, вне номинального диапазона 5%
Кратность перегрузки по аналоговому сигналу	по току – 30, по напряжению – 2
Интервал опроса дискретных сигналов*	не более 0,8 мс
Запуск регистрации	по любому из аналоговых (по превышению и/или снижению) и дискретных сигналов, в том числе по всем
Основной процессор	от 486/SX-25 до 486/DX4-100
Ведомый процессор	Intel 80C31 BH-4/25 МГц
Объем памяти	расширяемый до 32 Мбайт
Минимальное время непрерывной регистрации (память 4Мбайт, интервал 10 градусов электрических для 48 аналоговых сигналов)	23 секунды
Габариты**	кассета Евромеханика E2 480x265x350

\* Устанавливается для каждого сигнала индивидуально

\*\* Конструктив для установки в шкаф или автономно

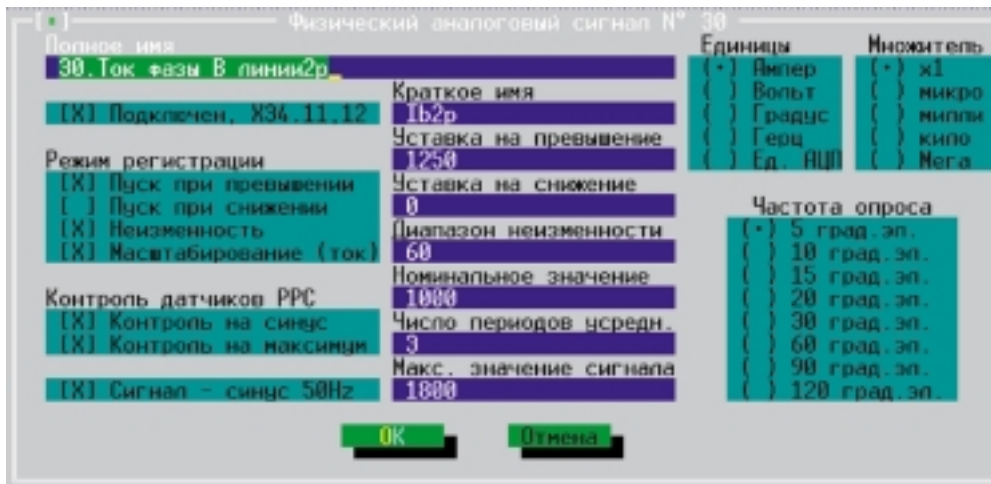


Рис. 2. Внешний вид диалоговой панели конфигурирования физического аналогового сигнала

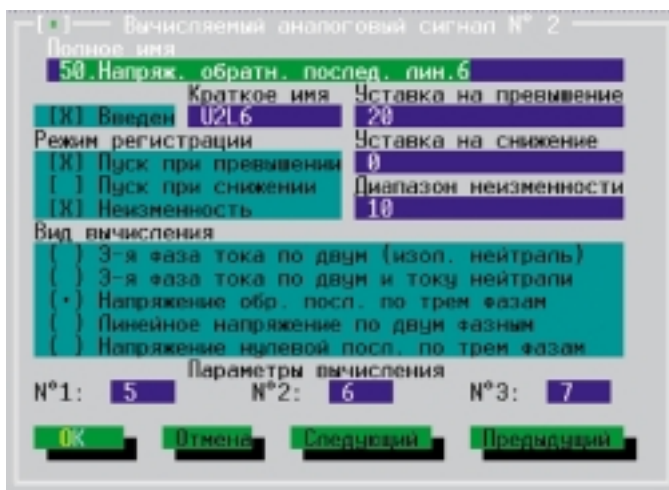


Рис. 3. Внешний вид диалоговой панели конфигурирования вычисляемого аналогового сигнала

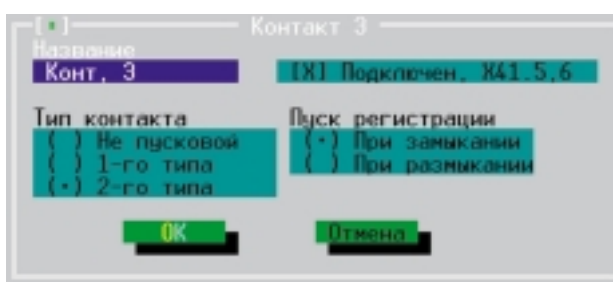


Рис. 4. Внешний вид диалоговой панели конфигурирования контактного сигнала

аналоговых сигналов, а также имена аналоговых и дискретных сигналов (полное – описание сигнала, сокращенное – идентификатор измерительного канала) задаются пользователем при конфигурировании.

### Частота дискретизации

Частота дискретизации РРС1 также может быть задана пользователем, для чего предусмотрено несколько рядов ее

допустимых значений. При установке частоты дискретизации следует учитывать тот факт, что заложенный низкоуровневый алгоритм функционирования измерительных каналов регистратора позволяет опрашивать не более 48 каналов аналогового ввода за временной интервал, составляющий 555 мкс (10 градусов). В случае установки неверных значений частоты дискретизации для каких-либо каналов программа конфигурирования регистратора выведет на экран монитора сообщение о возможной перегрузке системы и откажется переносить неверные значения в регистратор. В качестве примера на рис. 5 приведены регистрограммы токов трехфазной системы, построенные по результатам измерений с частотами дискретизации 5, 10 и 15 градусов.

Опрос каналов дискретного ввода производится группами по 8, причем каждая из 12 групп может быть опрошена на каждом очередном системном интервале либо через заданное количество интервалов.

Таким образом, в процессе эксплуатации пользователь имеет возможность, варьируя описанные характеристики,

выбрать оптимальный способ регистрации процессов для своего объекта.

### Длительность регистрации аварийного процесса

Длительность регистрации одной аварии не задается на этапе конфигурирования регистратора, поскольку определяется длительностью переходного процесса, выявляемого по результатам измерения непрерывных и контроля дискретных параметров. Если в процессе записи параметров аварийного процесса выявляется отсутствие изменения их значений по **всем**

измерительным каналам, запись производится в текущую область памяти по кольцу до обнаружения изменения какого-либо параметра. При обнаружении изменения вычисляется длительность пребывания регистрируемого процесса в стационарном состоянии и запись продолжается в непрерывном режиме.

Регистрация завершается, когда все пусковые аналоговые сигналы принимают значения, находящиеся в пределах установленных допустимых диапазонов, а значения остальных аналоговых сигналов не изменяются.

Таким образом, длительность процесса записи регистрограмм совпадает с длительностью аварийного процесса, а необходимый для этого объем памяти минимизирован.

### «Мертвая зона»

Проблема появления интервалов времени, когда аварийный регистратор не может выполнять свои функции, возникает при исчерпании (полном или практически полном) оперативной памяти, сопровождающемся необходимостью переноса накопленных данных на другой носитель.

Авторы регистратора РРС1 изначально пошли по пути исключения причин «мертвой зоны», что удалось обеспечить, благодаря описанному алгоритму регистрации аварийных событий, который позволяет иметь значительно больший, чем при традиционных подходах, резерв оперативной памяти. Кроме того, выполнение главной и наиболее высокоприоритетной задачи аварийного регистратора происходит «одновременно» с целым рядом менее приоритетных и более медленных задач, одной из которых является передача накопленной информации в адрес ПЭВМ. Все

это обеспечивает высокий уровень готовности регистратора (при наличии канала связи с ПЭВМ – практически 100%), в том числе к регистрации каскадных аварий.

Из сказанного следует, что так как нет необходимости быстрого переноса информации, становится возможным применение низкоскоростных каналов передачи данных с сигнальными кабелями и витыми парами в качестве физических носителей. Это, в свою очередь, определяет дешевизну специальных сетей для переноса информации от удаленных регистраторов на ПЭВМ и увеличивает дальность передачи до 3 км без ретрансляции.

### Связь регистратора с внешними устройствами

Регистратор оснащен 4 каналами последовательной передачи данных, три из которых могут быть использованы для удаленной связи с другими подсистемами. Все каналы способны функционировать независимо как друг от друга, так и от режима работы регистратора (в том числе во время регистрации).

Один из каналов применяется для включения регистратора в сеть, организуемую через единую ПЭВМ по низкоскоростным каналам передачи данных с целью:

- переноса регистрограмм и краткой характеристики процесса, описание которой приведено далее;
- изменения конфигурации регистратора;
- просмотра текущих значений контролируемых параметров;
- опроса состояния регистратора, которое характеризуется наличием регистраций, процентом использования оперативной памяти, признаками обнаружения неисправностей и др.

В составе данной сети осуществляется эксплуатация всех регистраторов объекта.

При отсутствии сети или при нарушении ее работоспособности перенос информации и другие перечисленные сетевые функции выполняются эксплуатационным или обслуживающим персоналом объекта в месте установки регистратора путем использования портативного переносного компьютера типа notebook.

Остальные два канала последовательной передачи данных могут использоваться для связи с другими системами или подсистемами, что позволяет применять регистратор в качестве низового звена АСУТП.

### Краткая характеристика процесса

Для оперативного доведения информации о факте обнаружения аварийной ситуации регистратор, помимо регистрограмм, формирует краткую характеристику процесса, куда включаются

- дата, время и длительность регистрации;
- перечень сигналов, по результатам анализа значений и/или состояний которых была активизирована регистрация;
- максимальные значения заданных токов;
- минимальные значения заданных напряжений;
- перечень аналоговых сигналов, по результатам измерения которых были зафиксированы отклонения от предварительно заданных допустимых значений;
- перечень дискретных сигналов, переходивших в состояние запуска;
- наличие/отсутствие АПВ (с указанием номера линии), его тип и длительность.

Краткая характеристика передается экстренно (в течение 1-2 с) до передачи регистрограмм либо отдельно по запросу. Исходные данные для формирования краткой характеристики задаются через программу конфигурирования.

### Вывод линий в ремонт

Если не принимать специальных мер, при выводе контролируемых линий электропередачи в ремонт возможна

непрерывная регистрация из-за наличия условия ее активизации по снижению напряжения.

Оперативному персоналу перед выводом линии в ремонт предоставляется возможность исключения соответствующих сигналов из списка активизирующих регистрацию. Однако более надежным является возложение указанной задачи на регистратор. При обнаружении и фиксации достижения заданными сигналами значений, соответствующих отключенному состоянию линии в течение определенного интервала времени, принимается решение о выводе линии в ремонт и блокировании возможности запуска регистрации по данным сигналам. Деблокирование производится при обнаружении значений ранее заблокированных сигналов, соответствующих включенному состоянию линии.

Номера сигналов и значения уставок для работы описанного алгоритма задаются на этапе конфигурирования регистратора. Изменение значений уставок может осуществляться оперативно.

### Контроль и диагностика

В процессе работы в регистраторе ведется постоянный контроль главного процессорного устройства и ведомого вычислителя. Если срабатывает «таймер мертвой руки» любого из вычислителей, формируется аппаратный сигнал неисправности, который передается оператору контактом.

Полностью контролируется процесс считывания аналоговых сигналов: его регулярность, заданная последовательность и синхронизация с сетью.

Имеется возможность контроля датчиков на синусоидальность, максимальное значение и сравнение группы датчиков (для датчиков трехфазных систем, например). Контроль выполняется,

если пользователь задаст в конфигурации соответствующие требования и уставки.

Если возникает ситуация «бесконечная регистрация», например, по причине неисправности в схеме приема сигнала, начиная от силовых датчиков до их считывания в регистраторе, запустившие регистрацию сигналы автоматически по истечении заданного в конфигурации времени выводятся из списка

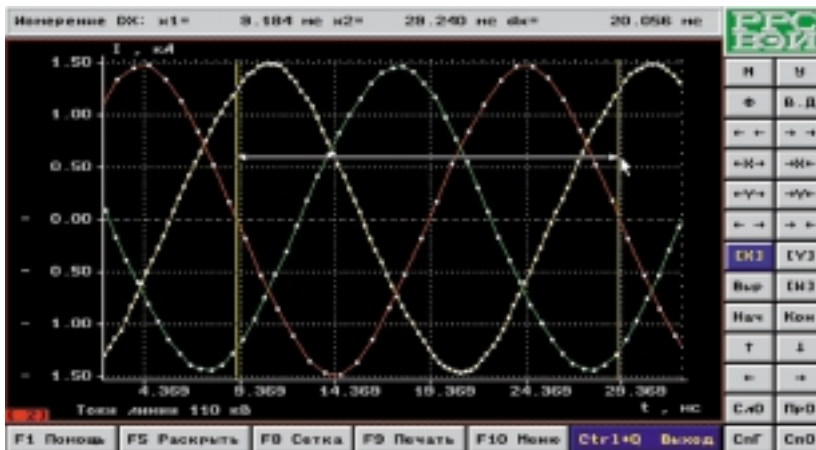


Рис. 5. Трехфазная система токов с разной частотой дискретизации

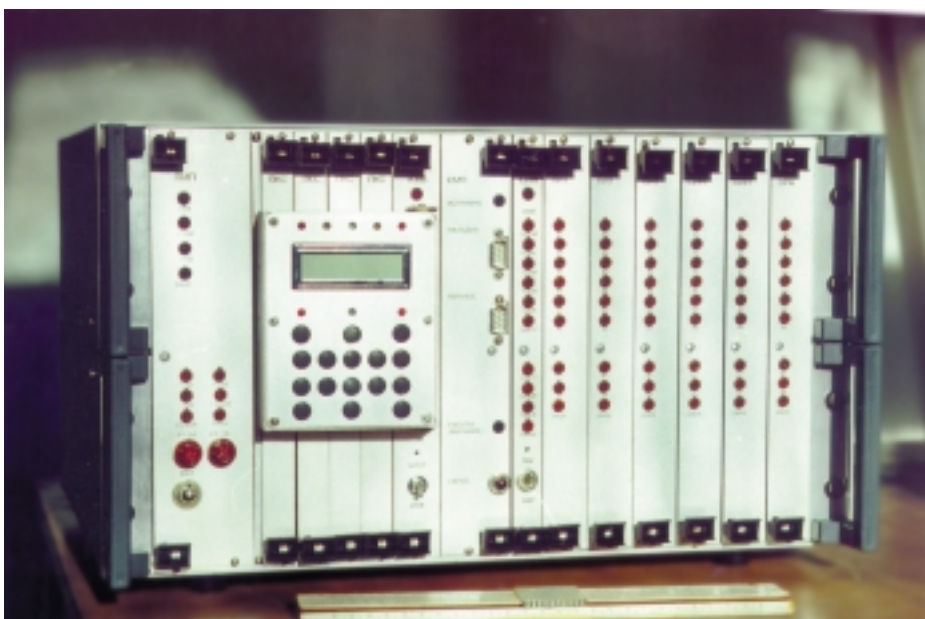


Рис. 6. Внешний вид регистратора

пускающих и регистрация прекращается. Тем самым неисправный канал не «зависает» регистратор, и он продолжает нормально функционировать.

Возникновение неисправности и блокировки сигналов сопровождается замыканием контакта реле «неисправность».

Перечень неисправностей и заблокированных сигналов может быть просмотрен либо на местном пульте, либо по запросу на ПЭВМ в «Краткой характеристике» или «Состоянии регистратора».

По желанию заказчика ему может быть поставлен «горячий» ЗИП: кассета регистратора с запасными платами и ПО тестирования. На таком рабочем месте может быть проверена любая плата регистратора.

### Аппаратная реализация и надежность

В качестве центрального процессорного устройства в регистраторе применена системная плата в промышленном

исполнении РСА-6143Р на базе процессора 486DX2-66 МГц, производимая фирмой Advantech. Высокая производительность системы обеспечивается использованием совместно с центральным процессорным устройством ведомого вычислителя, выполняющего опрос каналов дискретного ввода регистратора и построенного на основе однокристалльной ЭВМ Intel 80С31 ВН-4/25 МГц.

В качестве вторичных источников питания применены блоки питания типа NFS в промышленном исполнении фирмы Computer Products.

Системная плата и блоки питания имеют среднее время наработки на отказ до 10 лет, что обеспечивает высокую надежность регистратора.

Регистратор выполнен в стандартном конструктиве типа Е2, имеющем габаритные размеры 480×265×350 мм (рис. 6). В состав регистратора также входит блок бесперебойного питания с габаритными размерами 130×130×230 мм.

Электрическое питание регистратора

осуществляется от двух источников:

- либо напряжением 220 В постоянного тока от аккумуляторной батареи и от фидера переменного тока напряжением 220 В;
- либо от двух фидеров переменного тока напряжением 220 В с удержанием уровней питания при АВР до 20 с.

В регистраторе предусмотрена возможность измерения аналоговых сигналов следующих типов:

- переменное напряжение (57, 110 и 220 В);
- переменный ток (1 А, 5 А);
- постоянный ток в диапазонах 0-5 мА и 4-20 мА;
- сигналы приемников/передатчиков цепей дифференциальной защиты и т. д.

Ввод сигналов каждого из названных типов выполняется через отдельные 8-канальные модули аналого-цифрового преобразования. Процесс считывания аналоговых сигналов аппаратно синхронизирован с сетью.

Регистратором осуществляется контроль положения коммутационных аппаратов путем опроса состояния нормально-разомкнутых или нормально-замкнутых контактов. Каждый модуль дискретного ввода/вывода содержит 3 группы по восемь линий. Имеется возможность выбора пользователем необходимого количества используемых линий дискретного ввода из ряда 0...96 с шагом по 8.

Все каналы аналогового и дискретного ввода гальванически изолированы. Напряжение изоляции составляет 1,5 кВ.

Опытные образцы аварийного регистратора РРС1 более 2 лет успешно функционируют на Волжской ГЭС им. Ленина и АО АвтоВАЗ. ●