

*Т.В. Варламова,
технический специалист "Шнейдер Электрик";
И.Г. Неплохов,
технический директор компании "Центр-СБ", к.т.н.*

РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПО ИСТОЧНИКАМ ПИТАНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Статья опубликована в Каталоге "Пожарная безопасность" - 2010

Несомненно, источник вторичного питания является важнейшей частью любой системы и тем более системы противопожарной защиты. Отказ источника питания выводит из строя всю систему, что несравнимо с отказом одного-двух пожарных извещателей и даже всего шлейфа.

Слабые места прежних российских стандартов

Свод правил СП 6.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности" в п. 4.2 указывает, что "по степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники автоматических установок пожаротушения и систем пожарной сигнализации следует относить к I категории согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), за исключением электродвигателей компрессора, насосов дренажного и подкачки пенообразователя, относящихся к III категории электроснабжения...". А по п. 4.3 "При наличии одного источника электропитания (на объектах III категории надежности электроснабжения) допускается использовать в качестве резервного источника питания электроприемников автоматических установок пожаротушения и систем пожарной сигнализации аккумуляторные батареи или блоки бесперебойного питания, которые должны обеспечивать питание указанных электроприемников в дежурном режиме в течение 24 ч плюс 3 ч работы системы пожарной автоматики в тревожном режиме". С Примечанием: "Время работы системы пожарной автоматики в тревожном режиме может быть сокращено до 1,3 времени выполнения задач системой пожарной автоматики".

До 1 мая с.г. источник питания должен был отвечать требованиям НПБ 86-2000 "Источники электропитания постоянного тока средств противопожарной защиты. Общие технические требования. Методы испытаний". По которым ИПТ должен быть рассчитан на круглосуточную непрерывную работу и иметь среднюю наработку на отказ не менее 40 000 часов, что составляет немногим более 4,5 лет. То есть за 10 лет эксплуатации источник питания на вполне законных основаниях может два раза выйти из строя. В НПБ 86-2000 есть требование сохранения параметров при обрыве или коротком замыкании цепи заряда аккумулятора. Должны быть предусмотрены оптические индикаторы подключения к электрическим сетям, появления неисправностей и подключения аккумулятора. Однако сигнал неисправности должен был формироваться только при минимальном значении напряжения аккумулятора. Хотя по НПБ 86-2000 источник "должен иметь

автоматическую защиту от воздействия последствий короткого замыкания или повышения выходного тока выше максимального значения", но обеспечивать работоспособность системы при этом не предполагалось. Кроме того, отказ этой системы защиты (чего нельзя исключать на практике) при коротком замыкании по выходу требует замены и ремонта источника питания, для чего понадобится значительное время, в течение которого объект остается без защиты.

Важные дополнения к ГОСТ

В новый ГОСТ Р 53325-2009 "Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний" включен 5-й раздел "Источники 1-й категории надежности электроснабжения средств противопожарной защиты". По ПУЭ все электроприемники (аппараты, агрегаты и другие потребители электроэнергии) по обеспечению надежности электроснабжения разделены на I, II и III категории; кроме того, в первой категории выделена особая группа электроприемников.

К I категории относятся электроприемники, "перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения". В особую группу I категории включены электроприемники, "бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров".

II категория - это "электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей".

Все остальные электроприемники включены в III категорию.

По каждой категории электроприемников в ПУЭ определены требования по надежности электроснабжения. Электроприемники I категории "должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания...", а для электроприемников особой группы I категории "должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания", что обеспечивает еще более высокую надежность электропитания. Электроприемники II категории также "должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания", однако если для I категории должно быть обеспечено автоматическое восстановление питания, то для II категории допускаются перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады. А для III категории электроснабжение "может выполняться от одного источника питания при

условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток".

Таким образом, если для электроприемников II и III категорий в ПУЭ допускаются значительные перерывы электропитания, определяемые включением резервного питания в ручном режиме или временем устранения неисправности, то относительно электроприемников I категории указано, что "перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания".

В ПУЭ п.1.2.10 дано определение независимого источника питания -- это "источник питания, на котором сохраняется напряжение в послеаварийном режиме в регламентированных пределах при исчезновении его на другом или других источниках питания". По п. 1.2.19 ПУЭ в качестве независимого источника питания для "электроприемников I категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т.п. " Своды правил СП 6.13130.2009 также допускают осуществлять питание автоматических установок пожаротушения и систем пожарной сигнализации "от одного источника -- от разных трансформаторов двухтрансформаторной подстанции или от двух близлежащих однотрансформаторных подстанций, подключенных к разным питающим линиям, проложенным по разным трассам, с устройством автоматического ввода резерва, как правило, на стороне низкого напряжения". На объектах III категории надежности электроснабжения при наличии одного источника электропитания "допускается использовать в качестве резервного источника питания электроаккумуляторные батареи или блоки бесперебойного питания...". Таким образом, чтобы обеспечить I степень надежности электроснабжения электроприемников автоматических установок пожаротушения и систем пожарной сигнализации на объектах III категории надежности питания, необходимо использовать минимум два источника питания: основного сетевого и резервного аккумуляторного с отдельными выходами, с контролем работоспособности каждого источника, в том числе и в части достаточной емкости аккумуляторов, с автоматическим включением резервного источника при нарушении питания от сетевого источника, как при отключении сети, так и при его неисправности.

Теперь рассмотрим, какие требования предъявляются к "источнику I категории надежности электроснабжения средств противопожарной защиты" в ГОСТ Р 53325-2009. В требованиях указано, что эти источники должны запитываться "минимум от двух независимых источников электроснабжения (основного и резервного (резервных)", и что они "должны обеспечивать бесперебойное электропитание средств противопожарной защиты при неисправности основного или резервного (резервных) источников электроснабжения". Он "должен быть рассчитан на круглосуточную непрерывную работу", "должен быть восстанавливаемым и

обслуживаемым изделием" и что его средний срок службы "должен быть не менее 10 лет". В дополнение к требованиям НПБ 86-2000, по ГОСТ Р 53325-2009 необходима индикация наличия (в пределах нормы) основного и резервного или резервных питаний (раздельно по каждому вводу электроснабжения) и наличия выходного напряжения. Должна быть обеспечена возможность передачи информации во внешние цепи об отсутствии выходного напряжения и входного напряжения электроснабжения по любому входу.

Таким образом, получается, что непосредственно "источник I категории надежности электроснабжения средств противопожарной защиты" является электроприемником I категории надежности электроснабжения, а не установка пожаротушения и система пожарной сигнализации. Несмотря на использование в названии источников словосочетания "I категории надежности электроснабжения", средства противопожарной защиты остаются электроприемниками первой категории и должны обеспечиваться электропитанием без перебоев, а источник питания является элементом системы электроснабжения. Использование источников питания I категории надежности электроснабжения не должно снижать категорию надежности электроснабжения средств противопожарной защиты.

Чего не хватает российскому стандарту

В ГОСТ Р 53325-2009 ничего не сказано об обеспечении резервного питания при неисправности сетевого источника и о контроле емкости аккумуляторов. При возникновении неисправности в сетевом источнике питания должно обеспечиваться электропитание системы от аккумулятора, так же как при отключении сети, чтобы не было снижения надежности электропитания. С другой стороны, если не контролируется заряд, емкость АКБ и ее снижение в процессе эксплуатации, то нет гарантии обеспечения заданного времени резервирования при отключении основного электропитания. Не предусмотрены и раздельные выходы сетевого и резервного (аккумуляторного) источников, что определяет отсутствие их защиты при коротком замыкании и при обрыве по выходу. При отказе источника I категории надежности электроснабжения требуется его замена с последующим ремонтом. Таким образом, надежность электроснабжения снижается минимум до второй категории при наличии ЗИПа и дежурного персонала, допущенного к проведению ремонтных работ, или оперативной бригады с возможностью выезда на объект в любое время суток и в любой день недели. В большинстве же случаев восстановление электропитания произойдет в течение нескольких суток, то есть реально надежность электроснабжения не соответствует даже III категории.

Европейский стандарт - оптимальные требования

Более логичные требования к устройствам электроснабжения изложены в европейском стандарте EN 54-4, на который с 2004 г. перешла Украина ДСТУ EN 54-4:2003. С 2008 г. в Белоруссии введен в действие стандарт СТБ 11.16.02-2007 "Устройства электроснабжения технических средств противопожарной защиты. Общие технические условия", требования которого также существенным образом гармонизированы с европейским стандартом EN 54-4. Устройства, отвечающие этим

требованиям, действительно обеспечивают бесперебойное питание противопожарных систем за счет резервирования. То есть питание подается минимум от двух источников, основного и резервного, а не от одного сетевого "бесперебойника" с аккумулятором, и работоспособность одного из них не должна зависеть от состояния другого.

По п. 4.2 европейского стандарта EN 54-4, "должно быть, по крайней мере, два источника питания для энергоснабжения пожарной сигнализации; основной и резервный источник питания. Основной источник питания должен работать от электрической сети. Минимум один из резервных источников питания должен быть заряжаемой аккумуляторной батареей. Устройство энергоснабжения должно содержать зарядное устройство для заряда АБ и поддержания ее в полностью заряженном состоянии". В ПУЭ нет требования об обязательном использовании аккумуляторного резерва, так как для более энергоемких систем они могут быть неприменимы, а в рамках энергоснабжения противопожарных систем такое требование, очевидно, является необходимым. Авария на Чагинской подстанции 25 мая 2005 г., вызвавшая отключение еще 45 подстанций, в результате чего без электричества в течение почти суток оставалось половина Москвы, часть Московской и Тульской областей, является ярким подтверждением необходимости выполнения данного требования.

Далее в п. 4.2 указано: "Если основной источник питания отказал, то питание должно автоматически переключиться на резервный источник. При восстановлении основного источника питания автоматически должно производиться обратное переключение... Отказ одного из источников питания не должен вызывать отказ какого-либо другого источника или отказ питания системы". Последнее требование определяет необходимость использования нескольких выходов: "Если устройство электроснабжения выполнено отдельно от прибора пожарной сигнализации и управления, то между ними должно быть по крайней мере две линии питания так, чтобы короткое замыкание или обрыв одной линии не сказывались на другой" (п. 6.4).

П. 6.2.2, с одной стороны, определяет конструктивное исполнение источников питания, а с другой -- подчеркивает, что все требования стандарта EN 54-4 относятся также и к источникам питания, встроенным в контрольный прибор: "Устройство электроснабжения может размещаться в отдельном корпусе или в корпусах устройств пожарной сигнализации и управления".

В разделе 5 стандарта EN 54-4 подробно определены функции основного и резервного источников питания. По п. 5.1, "при работе от основного источника питания устройство энергоснабжения:

а) должно быть работоспособным в соответствии с техническими характеристиками, указанными производителем, независимо от состояния резервного источника питания, включая любой режим заряда аккумулятора, или обрыв, или короткое замыкание цепи аккумулятора;

- b) должно иметь возможность обеспечивать требуемый ток заряда аккумулятора или аккумуляторов;
- c) может ограничивать или прерывать заряд аккумулятора при кратковременной пиковой нагрузке".

По п. 5.2.1, "при работе от резервного источника питания (аккумулятора) устройство электроснабжения должно быть работоспособным в соответствии с техническими характеристиками, указанными производителем, независимо от состояния основного источника питания.

Примечание: Время работы в дежурном режиме и в тревоге, необходимые для любого определенного приложения должны быть согласованы с соответствующими требованиями".

По п. 5.2.2, "аккумулятор должен быть:

- d) заряжаемым;
- e) пригодным к использованию в режиме постоянного заряда;
- f) предназначенным для стационарного использования;
- g) иметь маркировку, включающую обозначение типа и дату выпуска.

Если аккумуляторы устанавливаются в корпус с другим противопожарным оборудованием, они должны быть герметичными и устанавливаться в соответствии с рекомендациями производителя".

В п. 5.3.1 определены максимально допустимые времена заряда аккумулятора: "зарядное устройство должно быть выполнено таким образом, чтобы:

- h) аккумулятор заряжался автоматически;
- i) разряженный до разрядного напряжения аккумулятор мог быть заряжен до 80% емкости в течение 24 часов и до 100% в течение следующих 48 часов.
- j) зарядные характеристики находились в пределах требований производителя в диапазоне температур окружающей среды аккумулятора".

В п. 5.4 приведены требования по обнаружению неисправностей с допустимыми временными интервалами:

- k) выход из строя основного источника питания -- в течение 30 мин. после отказа;
- l) выход из строя резервного источника питания -- в течение 15 мин. после отказа;
- m) снижение напряжения аккумулятора до 0,9 разрядного напряжения -- в течение 30 мин.;
- n) выход из строя зарядного устройства -- в течение 30 мин.

Если устройство электроснабжения размещено в отдельном корпусе от прибора пожарной сигнализации, то должен быть предусмотрен, по крайней мере, один общий выход для передачи указанных выше неисправностей.

Если устройство электроснабжения размещено в едином корпусе с прибором пожарной сигнализации и управления, то указанные неисправности, в соответствии с разделом 8 стандарта EN 54-2, должны отображаться на индикаторах прибора либо самого устройства электроснабжения".

По европейскому стандарту EN 54-2 по приборам пожарной сигнализации, п. 8.2.4, должна быть индикация, как минимум, общая при каждой неисправности в системе электроснабжения, "вызванной:

коротким замыканием или обрывом в какой-либо линии питания с устройством электроснабжения, если последнее размещено в отдельном корпусе от прибора пожарной сигнализации;

неисправностями электроснабжения, установленными в стандарте EN 54-4".

В белорусском стандарте СТБ 11.16.02-2007 даже указана периодичность контроля емкости аккумулятора, по п. 5.1.6, при работе от основного источника электропитания должно обеспечиваться: "Г) контроль работоспособности резервного источника электропитания (для аккумуляторных батарей -- контроль емкости с периодичностью не более 2 ч)".

Основные функции устройств, соответствующих стандарту EN54-4

Нет сомнений, что выполнение приведенных требований не представляет значительных трудностей в техническом плане. В качестве примера рассмотрим реализацию функций контроля встроенных блоков питания одной из европейских противопожарных систем.

Требования европейских норм существенно жестче российских, о чем уже говорилось выше. Соответственно, блоки питания, эксплуатируемые в зоне действия стандарта EN54-4, являются технически продвинутыми устройствами с микропроцессорной обработкой, выполняющими большой набор функций. Стоимость их, естественно, выше, чем у отечественных блоков питания ОПС, электрические схемы многих из которых достаточно просты, а функции контроля и индикации значительно ограничены.

Блок-схема источника питания приведена на рис.1.

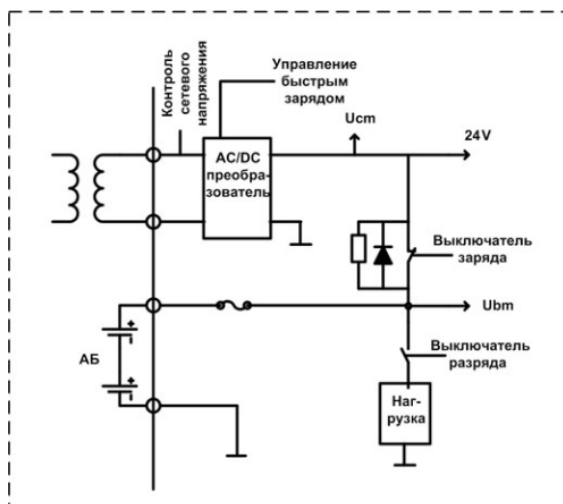


Рис.1. Блок-схема источника питания.

Контроль основного источника питания

Согласно EN 54-4, п.5.4 k, тестирование напряжения на вводе производится через интервалы в 100 мс. Индикация неисправности производится, если напряжение сети отсутствует в течение 30 мин.

Контроль резервного источника питания

1. Контроль низкого напряжения аккумуляторной батареи (EN 54-4, п.5.4 m) .

Производится измерение напряжения АБ через интервалы в 100 мс.

Индикация неисправности производится, если напряжение АБ меньше 23 В по результатам четырех последовательных измерений.

2. Контроль исправности АБ (емкости АБ) (EN 54 п.5.4 l).

Зарядное устройство отключается от АБ. Производится принудительный разряд АБ на тестовой нагрузке в течение 150 мс и измеряется напряжение на АБ по окончании разряда. Тест выполняется с интервалом в 40 с, а также сразу после сброса неисправности. Если в процессе измерений получен результат "неисправность", то интервал проведения теста уменьшается до 100 мс, а тест проводится до получения четырех последовательных результатов "неисправность" или одного результата "ОК". Тестирование не проводится, если нет сетевого напряжения или зарядное устройство находится в состоянии перенапряжения, а также если активна неисправность зарядного устройства.

Индикация неисправности производится, если напряжение АБ менее 21 В в четырех последовательных измерениях.

Контроль зарядного устройства

Согласно EN 54-4, п.5.4 n:

1. Контроль перенапряжения зарядного устройства.

Производится измерение напряжения на выходе зарядного устройства через интервалы в 100 мсек.

Индикация неисправности производится, если напряжение зарядного устройства слишком велико (больше 32 В) в четырех последовательных измерениях.

2. Контроль неисправности схемы быстрого заряда.

Реализовано 2 режима заряда АБ:

быстрый заряд АБ применяется, чтобы полностью зарядить АБ в соответствии с (EN 54-4, п. 5.3.1 i). Быстрый заряд включается, если напряжение батареи менее 23 В. Быстрый заряд выключается, если напряжение батареи более 23 В в течение 72 ч.

медленный заряд батареи применяется для поддержания батареи в заряженном состоянии.

Последовательность действий при тестировании различается в зависимости от текущего режима работы зарядного устройства. Тест выполняется с интервалом в 40 с, а также сразу после сброса неисправности. Если в процессе измерений получен результат "неисправность", то интервал проведения теста уменьшается до 100 мс и

проводится до четырех результатов "Неисправность" или одного результата "Ок". Тестирование не проводится, если нет сетевого напряжения или зарядное устройство находится в состоянии перенапряжения.

В процессе тестирования проводится измерение напряжения на выходе зарядного устройства последовательно в каждом из режимов работы с интервалом в 50 мс. Индикация неисправности схемы быстрого заряда производится, если разница напряжений на выходе зарядного устройства менее 0,5 В по результатам четырех последовательных измерений. Индикация неисправности зарядного устройства также производится, если сетевое напряжение на вводе есть, а напряжение на выходе зарядного устройства отсутствует.

Во исполнение EN 54-4 п. 6.4 в приборах, которые не имеют встроенных блоков питания, предусмотрены два ввода для подачи питания с двух независимых источников. Таким образом, вся система может быть запитана по I категории надежности, как и должно быть для систем противопожарной защиты (рис. 2).



Рис.2. Электроснабжение от двух независимых источников

Расчет емкости аккумуляторных батарей

В соответствии с требованиями СП 5.13130.2009 и СП 6.13130.2009 допускается использовать в качестве резервного источника питания АБ, которые должны обеспечивать питание в дежурном режиме в течение 24 ч и "плюс 1 ч" по СП 5.13130.2009 ("плюс 3 ч" по СП 6.13130.2009) работы системы пожарной автоматики в тревожном режиме.

По Европейскому стандарту EN 54-14 п. А.6.8.3 требования отличаются: «... резервный источник питания должен обеспечивать функционирование системы пожарной сигнализации как минимум на протяжении 72 часов, а затем у него должно оставаться достаточно емкости для питания системы в режиме тревоги на протяжении не менее 30 мин.

Если сигнал неисправности сразу поступает на пульт централизованного пожарного наблюдения, или на пульт дежурного, и максимальный срок для устранения неисправности согласно договору составляет менее 24 часов, время работы от резервного источника питания может быть уменьшено с 72 до 30 часов. Это время может быть уменьшено до 4 часов, если круглосуточно на месте имеются запасные части, персонал для выполнения ремонтных работ и генератор резервного питания».

Для выполнения указанных требований, в обязательном порядке должен производиться расчет емкости АБ (С), выполняющих роль резервного источника питания.

Формула расчета достаточно проста:

$$C=(L1 \times T1 + L2 \times T2) \times 1,25,$$

где С – емкость, Ач; L1 - ток дежурного режима, А; T1 - время работы в дежурном режиме, ч; L2 - ток тревожного режима, А; T2 - время работы в тревожном режиме, ч; 1,25 - коэффициент старения АБ.

По требованиям СП 6.13130.2009 получаем, что T1 = 24 ч, T2 = 3 ч.

Ток дежурного режима рассчитывается исходя из потребления самого прибора + потребления пожарных извещателей и других устройств, питание которых производится от данного источника питания.

Несомненно, очень важным фактором здесь является минимизация потребления, как самого прибора, так и периферии. В европейской аппаратуре этому вопросу уделяется много внимания. Например, рассчитаем ток потребления для прибора, к которому подключено 4 адресно-аналоговых шлейфа.

Количество извещателей и модулей указано в таблицах 1 и 2.

табл. 1. Ток потребления прибора

Устройство	Кол-во	В дежурном режиме, мА	В тревожном режиме, мА
Прибор	1	65	105
Контроллеры шлейфов	2	112	112
Итого		177	217

Таблица 2. Ток потребления компонентами шлейфов

Тип компонента	Дежурный режим, мА	Тревожный режим, мА	Кол-во, шт.	Дежурный режим, мА	Тревожный режим, мА
Дымовой адресно-аналоговый оптический извещатель	0,3	(7,0)*	315	94,5	-
Тепловой адресно-аналоговый извещатель	0,3	(7,0)*	18	5,4	-
Дымовой адресный оптический линейный извещатель	2,0	(8,5)*	2	4	-
Звуковой адресный оповещатель	0,12	6,8	8	0,96	54,4
Модуль управления низковольтный с одним выходом	0,5	3,0	46	23	138
Модуль управления с релейным выходом ~240В 5А	0,5	3,0	4	2	12
Модуль контроля с двумя входами	0,6	(3,0)*	9	5,4	-
Ручной адресный извещатель	0,4	(5)*	24	9,6	-
Дополнительный ток для 5 светодиодов извещателей в тревоге		35,0	4	-	140
Итого				144,86	344,4

* Примечание: Значение потребления тока извещателей в тревожном режиме не используется при расчете, так как прибор ограничивает число включенных светодиодов в шлейфе (не более 5). Поэтому при расчете потребления извещателей в тревожном режиме добавляется ток для 5 светодиодов (по 35 мА на шлейф).

Таблица 3. Общий ток потребления

Тип устройств	Дежурный режим, мА (L1 в формуле)	Тревожный режим, мА (L2 в формуле)
Ток потребления контрольной панели (в состоянии неисправности и состоянии сигнализации)	177,0	217,0
Ток потребления компонент шлейфа	144,86	344,4
Всего	321,86	561,4

Соответственно, получаем значения для формулы: $L1 = 0,32186 \text{ А}$; $T1 = 24 \text{ ч}$; $L2 = 0,5614 \text{ А}$; $T2 = 3 \text{ ч}$; $1,25 =$ коэффициент старения АБ.

$$C = (0,32186 \times 24 + 0,56 \times 3) \times 1,25 \approx 12 \text{ Ач.}$$

Итого, мы получили емкость АБ, выполняющих роль резервного источника питания, необходимую для выполнения требований по работе приборов противопожарной автоматики.

В заключение отметим, что по СП 5.13130.2009 и по СП 6.13130.2009 "время работы системы пожарной автоматики в тревожном режиме может быть сокращено до 1,3 времени выполнения задач системой пожарной автоматики".