

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ СИСТЕМОЙ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

DESIGNING OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM BY THE FIRE-FIGHTING SYSTEM OF A PRODUCTION BUILDING ON THE BASIS OF PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS

**О. Hussain
К. Pupkov**

Summary. One of the basic principles of complex automation of an industrial facility is to ensure the integration of functionally interconnected automated control systems for this object. In the thesis, an automated control system for the fire fighting system of the production shop was designed. Based on a typical industrial building with the maximum number of internal objects. The main advantage of ACS based on PCL is flexible programming logic and at the same time versatility, scalability, rapid reconfiguration and configuration change during upgrading, modification, adding / removing system parts or changing circumstances of object existence and tasks performed by the system, high reliability and noise immunity and Much more with the optimal «price / quality» ratio.

The designed automated control system SPT meets all the requirements for safety systems. It also has flexible logic and great opportunities to increase integration into the overall security system.

Keywords: automatic control system, automated process control system, automated process control system, automated control system for fire extinguishing systems, Design of the automated control system by the fire-fighting system of the production task on the basis of programmable logic controllers.

Хуссейн Оубаи Маан

Магистр, ФГАОУ ВО

«Российский университет дружбы народов»

Eng.nano.oubai@gmail.com

Пупков Константин Александрович

Д.т.н., профессор, ФГАОУ ВО

«Российский университет дружбы народов»

Аннотация. Основной принцип комплексной автоматизации промышленных объектов — обеспечить интеграцию функционально взаимосвязанных АСУ таким объектом. В работе спроектирована автоматизированная система управления системой пожаротушения производственного цеха. Основой является типовое промышленное здание, включающее максимальное количество внутренних объектов. Главным преимуществом АСУ, которые построены на базе ПКЛ заключается в гибкой логике программирования и универсальности, масштабируемости, быстрой перенастройке и изменении конфигураций при модернизациях, модификациях, удалении и добавлении в системные части или изменении обстоятельств существования объекта и задач, которые выполняет системы, высокая надежность, помехоустойчивость и ряд других показателей с учетом оптимального соотношения цены и качества.

Спроектированная автоматизированная система управления СПТ отвечает всем требованиям, предъявляемым к системам безопасности. Так же обладает гибкой логикой и большими возможностями по наращиванию интеграции в общую систему безопасности.

Ключевые слова: АР автоматическое регулирование, АСУ ТП автоматизированная система управления технологическим процессом, АСУ СПТ автоматизированная система управления системой пожаротушения.

Перечень сокращений

- ◆ АР — автоматическое регулирование
- ◆ АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическим процессом
- ◆ АСУ СПТ — автоматизированная система управления системой пожаротушения
- ◆ Д — датчики (источники информации)
- ◆ ДУ — дистанционное управление
- ◆ ИВС — информационно-вычислительная система
- ◆ ИМ — исполнительный механизм

- ◆ ИП — измерительный преобразователь
- ◆ КТС — комплекс технических средств
- ◆ ПЛК — логический программируемый контроллер
- ◆ ЛВС — локальная вычислительная сеть
- ◆ МПК — микропроцессорный контроллер
- ◆ ОЗУ — оперативное запоминающее устройство
- ◆ ПК — программируемый контроллер
- ◆ СПТ — система пожаротушения
- ◆ ПАЗ — противоаварийные защиты
- ◆ ТОУ — технологический объект управления

- ◆ ТО — техническое обеспечение
- ◆ ТС — технические средства

Введение

Основной принцип комплексной автоматизации промышленных объектов заключается в обеспечении интеграции функционально взаимосвязанных АСУ этим объектом. К перспективному направлению в реализации данных принципов относится интеграция АСУ при помощи пожаротушения (АСУ ПТ) промышленных объекта и автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУТП) этого объекта, которая предполагает использовать однотипные программно-технические средства, к которым относятся: сервера и операторские станции; линии связи и оборудование сетей; базовое (инструментальное и системное) ПО; программируемые контроллеры.

Ряд данных технических средств может быть общей для АСУТП и АСУ ПТ (например, сервера, линии связи и сетевое оборудование верхних уровней). Технические нормативы требуют наличия отдельных (хотя и однотипных) программно-технических средств нижнего уровня, и лишь на более высоких уровнях управления (контроллеры в составе SCADA-систем) возможно объединение систем нижнего уровня в единую АСУ объектов, каждая из которых базируется на отдельных программно-технических средствах этого уровня:

- ◆ в подсистемах противопожарной безопасности — обязательно выделяется и функционирует независимо от решения иных задач объектов автоматизации;
- ◆ в технологических подсистемах должны быть решены все другие задачи автоматизации промышленных объектов (кроме задач противопожарной безопасности).

Введение таких технико-информационных-системных решений обеспечивает повышение безопасности и надежности осуществления техпроцессов при пожаротушении объектов, и способствует достижению высоких эксплуатационных и технико-экономических показателей деятельности организаций, имеющих данные объекты.

Необходимо подчеркнуть, что пожарным техническим нормативным законодательством РФ допускается применение промышленных контроллеров в АСУ ПТ, и совместная интеграция в единые системы АСУ ПТ, АСУТП и системы охраны и безопасности.

Тема дипломной работы «Проект автоматизированной системы пожаротушения с возможностью интеграции и сопряжения с другими системами с применением ПЛК».

Цель дипломной работы — спроектировать автоматизированную систему пожаротушения в производственном корпусе.

Предметом исследования в дипломной работе выступает система пожаротушения (СПТ) производственного корпуса, возможности по интеграции данной системы в общую АСУ ТП.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать сведения о ПЛК
2. Систематизировать и провести анализ характеристик ПЛК «Festo»
3. Проанализировать проектируемую часть СПТ и сформулировать предложения по дальнейшей интеграции, модернизированной СПТ в общую систему безопасности и управления
4. Произвести расчет затрат на внедрение проекта.
5. Рассмотреть вопросы безопасности труда при проведении работ по монтажу СПТ

Термин «контроллер» произошел от английского слова «control», что значит управление. Контроллерами в системе автоматизации называют устройства, выполняющие управление физическими процессами по записанным в него алгоритмам, используя информацию, получаемую от датчиков и выводимую в исполнительное устройство.

Впервые контроллер появился в начале 70-х г. в автомобильной промышленности, используя для процесса автоматизации сборочных линий и были построены на жесткой логике, что было экономично. Но перенастройки с одних технологических линий на другие требовала изготовления новых контроллеров, поэтому начали внедрять контроллеры, алгоритм работы которых изменяется с помощью схем соединений реле, которые впоследствии стали называться программируемые логические контроллеры (ПЛК), как они и будет далее называться в данной работе.

Немного позднее появились ПЛК, программируемые на машинно-ориентированном «языке», что упрощало их конструкцию, но требовало специально обученных программистов для внесения любых изменений в алгоритмы управления.

Так началась конкуренция за упрощение процессов программирования ПЛК, приведшая сначала к возникновению языка высокого уровня, позднее — специализированных языков визуального программирования, напоминающих языки релейной логики. Сейчас этот процесс завершен созданием международных стандартов IEC (МЭК) 1131-3, которые позднее были переименованы в МЭК 61131-3.

Стандартом МЭК 61131-3 поддерживается 5 языков технологического программирования, что не требует привлекать профессиональных программистов при построении системы контроллеров, оставляя им только решения нестандартных задач.

Поскольку способ программирования — наиболее существенный классифицирующий признак контроллера, термин «ПЛК» уже редко используется при обозначении управляющего контроллера, который не поддерживает технологический язык программирования.

При появлении дешевых и мощных микроконтроллеров в 1972 г. рынки ПЛК начали расти и за период с 1978 по 1990 г. он вырос с 80 млн. долл. до 1 млрд. долл. и к 2002 г. составлял 1,4 млрд. долларов.

Сейчас данный мировой рынок растет, хотя и не так быстро, что не относится к России.

ПЛК используют практически везде, где необходимы технологические процессы, в системе противоаварийной защиты и сигнализации, станки с ЧПУ, системы жизнеобеспечения зданий, сбор и архивирование данных, системы охраны и ряде других отраслей промышленности.

Из-за жестких ограничений по стоимости и большого количества разнообразных целей автоматизации планы по созданию универсального ПЛК, в отличие от офисных компьютеров, не завершились успехом. Рынок многочисленных контроллеров, каждый из которых отличается от других по ряду параметров, ориентируется на задачи, выдвигаемые по мере совершенствования автоматизации. В ассортименте любого производителя присутствуют несколько типов ПЛК, различающихся мощностью и стоимостью, что позволяет увеличивать прибыль при помощи сегментирования рынка.

В зависимости от того, какие функциональные характеристики проявляются контроллером при решении конкретной задачи, его стоимости, а также спектра решаемых им задач и производится обычно выбор оптимального контроллера. Среди других важных при выборе характеристик учитываются: температурный диапазон, качество и степень надежности, торговая марка производителя, разрешение на использование Ростехнадзора, сертификаты и т.п.

В развитии каждого из многочисленных разнообразных контроллеров выделены общие тенденции: уменьшаются габариты; расширяются функциональные возможности; растёт число поддерживаемых интерфейсов и сетей; преимущественно используется идеология «открытых систем»; используются языки программирова-

ния стандарта МЭК 61131-3; по мере роста конкуренции снижается стоимость.

Под влиянием последних тенденций у контроллеров все чаще обнаруживаются признаки компьютера (мышь, клавиатура, монитор, ОС Windows, подключение винчестера), а у компьютеров — признаки контроллеров (увеличился температурный диапазон работы, появилась возможность применения электронного диска, пылезащитные и влагозащитные устройства, возможность крепления на DIN-рейку, присутствует сторожевой таймер, стало больше коммуникационных портов, используется ОС жёсткого реального времени, обеспечивается самотестирование и диагностика, контролируется целостность прикладной программы).

Появляются и распространяются компьютеры в конструктивах, рассчитанные на жёсткие условия эксплуатации. Аппаратных различий между компьютерами и контроллерами становится всё меньше.

Тем не менее, сохраняются такие отличительные признаки контроллера, как его назначение и используемый технологический язык программирования. Чтобы классифицировать существующие сегодня в огромном разнообразии контроллеры, следует выделить присущие им отличительные признаки.

Так, по основному показателю — количеству каналов ввода-вывода различают следующие группы ПЛК:

- ◆ нано-ПЛК (до 16);
- ◆ микро-ПЛК (от 17 до 100);
- ◆ средние (от 101 до 500);
- ◆ большие (более 500).

В зависимости от расположения модулей ввода-вывода также выделяют моноблочные ПЛК, в которых не удаляется из контроллера и не заменяется на другое устройство ввода-вывода.

ПЛК CECX производитель FESTO

Из элементов системы автоматизации и управления проектируемой СПТ для исследования выбран ПЛК CECX производства фирмы FESTO.

Контроллер разработан для работы с таким мощным (для ПЛК) процессором как PXA-255 производства фирмы Intel при помощи удаленных модулей ввода-вывода через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU или DCON.

К отличительным чертам рассматриваемого ПЛК относятся:

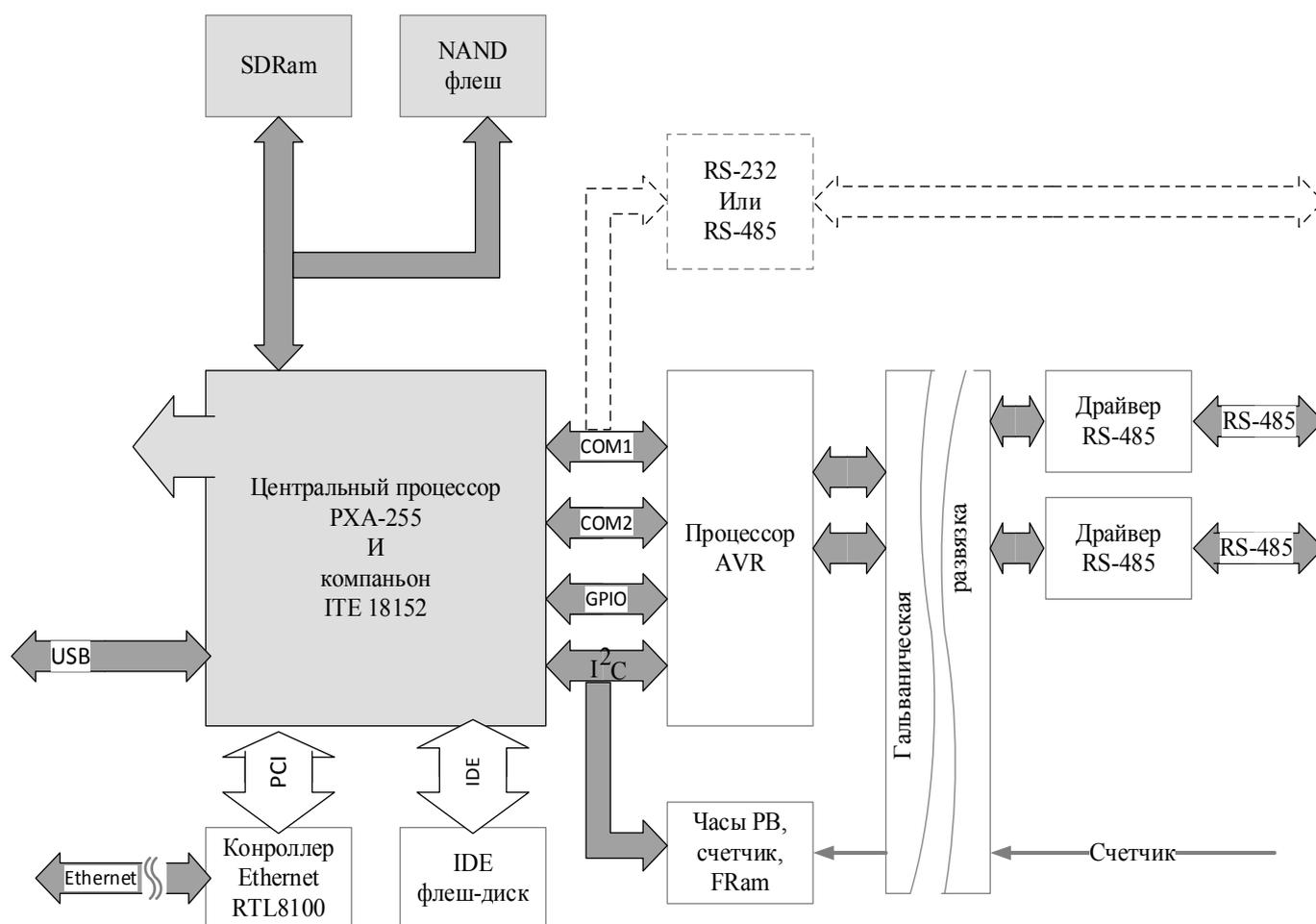


Рис. 1. Архитектура ПЛК SECX

- ◆ приверженность идеологии открытых систем;
- ◆ небольшие размеры: 120x75x35 мм;
- ◆ применение мощного процессора Intel XScale PXA270520 МГц;
- ◆ использование повышенной емкости памяти: ОЗУ 64/128 Мбайт, системная флэш-память 32/64 Мбайт, флэш-карта SD до 2 Гбайт;
- ◆ расширение температурного диапазона (от -25 °С или от -40 °С до +70 °С);
- ◆ возможность применения дисплея, мыши, клавиатуры.

Как следует из схемы, задача центрального процессора (рисунок 1) сводится к управлению ОЗУ, ЭППЗУ, ЖКИ дисплеем и внешними портами посредством вспомогательных контроллеров ввода-вывода, а также программного обеспечения ОС Windows CE и пользователя (на базе пакета CoDeSys). Задачей вспомогательного контроллера («компаньона») ITE I8152 является управление двумя портами RS-485 и контроллером Realtek, реализующим стек протоколов Ethernet. Оба порта выполнены

с расчётом на применение контроллера Atmega 164 P, а также двух UART процессора PXA-255.

Непосредственное подключение дисплея к ЦП проводится посредством плоского кабеля через параллельный интерфейс CMOS.

Для подключения мыши и клавиатуры к ПЛК предусмотрены два USB-порта, в которые также могут быть подключены съёмные карты («внешней») USB-флэш памяти.

Контроллер разработан и создан в соответствии с идеологией открытых систем, о чем свидетельствуют следующие признаки: применение стандартного интерфейса RS-485; использование протоколов Modbus RTU и DCON; поддержка Ethernet; предусмотрена работа с использованием ОС PB Windows CE; возможность программирования на языках C++, Visual Basic, C#, а также на 5-ти языках МЭК 61131-3 с помощью CoDeSys; OPC сервер может функционировать в среде Windows CE; предусмо-

трены возможность применения стандартной мыши и клавиатуры; возможность крепления на DIN-рейку.

Характеристики процессора

- ◆ 32-разряда, набор команд ARM версии 5TE ISA, с ядром (микроархитектурой) XScale;
- ◆ суперконвейерная архитектура процессора;
- ◆ тактовая частота процессора 520 МГц;
- ◆ тактовая частота системной шины 100 МГц;
- ◆ скоростной интерфейс с флэш-памятью;
- ◆ имеет режимы пониженного потребления;
- ◆ кэш-память процессора емкостью 32 Кб для данных и 32 Кб для команд;
- ◆ мини-кэш емкостью 2 Кб для обработки потока данных;
- ◆ контроллер флэш-памяти с тактовой частотой шины 100 МГц;
- ◆ сопроцессор для одновременного умножения двух 16-битных чисел с 40-битным накопителем. Соединен с центральным процессором 32-разрядной шиной;
- ◆ поддержка USB v.1.1–2 шт;
- ◆ сторожевой таймер.
- ◆ Характеристики ПЛК:
- ◆ размер сенсорного экрана панели управления CDPX 10 дюймов;
- ◆ предназначен для управления модулями ввода-вывода на шине RS-485,
- ◆ максимальное число каналов при подключении модулей ввода-вывода достигает 8000 шт.;
- ◆ соответствует ГОСТ 51840–2001 «Программируемые контроллеры»;
- ◆ программируется с помощью бесплатной системы CoDeSys (шесть языков МЭК 61131–3), а также на C++, Visual Basic, C#;
- ◆ ОС PB Windows Embedded Compact 7;
- ◆ один порт Ethernet 10/100 Base-T с гальванической развязкой;
- ◆ два порта RS-485 с индивидуальной гальванической развязкой (протоколы Modbus RTU и DCON);
- ◆ один порт USB для мыши, клавиатуры, флэш-диска;
- ◆ двухканальный звуковой выход;
- ◆ процессор NVIDIA® Tegra 2 (2 ядра Cortex A9, частота 1 ГГц);
- ◆ ОЗУ 256 Мбайт;
- ◆ системная флэш-память 512 Мбайт;
- ◆ флэш-карта SD до 32 Гбайт;
- ◆ сторожевой таймер;
- ◆ энергонезависимые часы реального времени и 2 счетчика внешних событий (ТТЛ уровни);
- ◆ возможность «горячей замены»
- ◆ напряжение питания от 10 до 30 В;
- ◆ расширенный температурный диапазон (–30... +70 град.);

- ◆ габариты 180x135x52,5. Посадочные размеры: 173,5 x 115 мм;
- ◆ вес 578 г.

Проектирование АСУ СПТ. Технические решения

- ◆ Назначение и состав системы автоматического пожаротушения

АСУ системой пожаротушения предназначена для управления обнаружением, локализацией и тушением очагов загорания в защищаемых помещениях, выдачи управляющих сигналов на систему оповещения о пожаре и инженерные системы здания.

АСУ СПТ включает в себя: систему пожарообнаружения; электротехническую часть; технологическую часть.

АСУ пожарообнаружением должна управлять обнаруживать очаги загорания по контролируемому фактору пожара, трансляции сигналов состояния и режиму работы систем на круглосуточный охраняемый пост, формировать и выдавать управляющие сигналы на электротехническую часть системы пожаротушения, систему оповещения о пожаре и инженерную систему здания.

Электротехническая часть АСУ пожаротушением должна обеспечивать функционирование технологических частей систем в автоматических (от сигнала системы пожарообнаружения) и дистанционных режимах согласно требованиям нормативно — технических документов.

Технологическая часть АСУ пожаротушением должна хранить, доставлять и распределять огнетушащие вещества по площади и объему защищаемых помещений.

Как огнетушащее вещество может использоваться:

- ◆ огнетушащий порошок — в автоматической установке при порошковом пожаротушении (АУППТ);
- ◆ газ Хладон 227е — в автоматической установке при газовом пожаротушении (АУГПТ);
- ◆ мелкодисперсную воду — в автоматической установке при пожаротушении тонкораспыленной водой (АУПТПРВ).

Установками автоматического газового пожаротушения оборудовано помещение серверной (пом. 12) в административно-бытовой пристройке.

Состав системы АСУ пожарообнаружением и управления эвакуацией

Система пожарообнаружения строится на базе ПЛК CFPC — Festo.

В качестве приемного оборудования системы пожарной сигнализации используются:

- ◆ панель оператора CDPX фирмы Festo выполняющая функции приемно-контрольного прибора и панели пожарной сигнализации;
- ◆ два контроллера CAPC-Festo выполняющие функции приемно-контрольного прибора с функцией управления системой.

Связь панели CDPX и контроллеров CAPC-Festo осуществляется по интерфейсу CAN.

Периферийные устройства (модули, извещатели) объединяются в адресный шлейф, имеющий кольцевую топологию, имеют свой уникальный адрес в системе, позволяющий осуществить управление и контроль с заранее определенным алгоритмом работы. Применяемые в системах адресные пожарные извещатели дают возможность автоматического контроля работоспособности, подтверждение указанного функционала и выдают извещение о неисправностях на приемно-контрольные приборы.

Электротехническая часть системы автоматического пожаротушения

Электротехническая часть системы строится на базе базового модуля FESTO — electronic. Функция централизованного управления и контроля, сбор и отображение информации от приборов управления электротехнической части в системе выполняются базовым модулем «МБ», обеспечивающим функции управления и контроля по 16 направлениям пожаротушения. При необходимости систему можно расширить, используя модуль расширения «МР» на количество направлений.

Приемно-контрольное оборудование электротехнической части объединяется по интерфейсу RS-485. В качестве приборов управления используются модуль FESTO — electronic с соответствующей программой для «порошка» — для установок АУППТ и АУПТ ТРВ, «газ» — для установки АУППТ.

Модуль FESTO — electronic обеспечивают управление работой локальных установок пожаротушения в соответствии с требованиями нормативных документов: автоматический запуск установки по сигналу от системы пожарообнаружения; дистанционный (местный) запуск установки от пультов дистанционного пуска «ПДП», установленных у входов в защищаемые помещения; блокировку режима автоматического запуска при открытии дверей входа в защищаемые помещения (для установок АУППТ и АУПТТ); временную задержку выпуска огнетушащего вещества; световое и звуковое оповещение о запуске установки («ПОРОШОК (ГАЗ) — УХОДИ», «ПОРОШОК (ГАЗ) — НЕ ВХОДИ», «АВТОМАТИКА ОТКЛЮЧЕНА»), (для установок АУППТ и АУПТТ).

Электропитание и заземление установки

В соответствии с ПУЭ установки автоматического пожаротушения в части обеспечения надежности электропитания отнесены к потребителям особой группы I-ой категории.

В качестве третьего дополнительного источника используются:

- ◆ блоки питания 542404 SVG-1/230VAC-48VDC-10A фирмы Festo со встроенной АКБ.

Для обеспечения безопасности при эксплуатации оборудования установок проектом предусматривается подключение корпусов оборудования, технологических трубопроводов к существующему контуру защитного заземления (зануления). Защитное заземление (зануление) должно быть выполнено в соответствии с требованиями ПУЭ, СП 6.13130.2009, СНиП 3.05.06, ГОСТ 12.1.030 и технической документацией заводов изготовителей.

Технические решения соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и прочих норм, действующих на территории РФ и обеспечивающих безопасную для жизнедеятельности человека и окружающей среды эксплуатацию объекта при соблюдении правил техники безопасности и инструкций по эксплуатации.

Противопожарное оборудование должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 50588 в части охраны окружающей среды при эксплуатации, техническом обслуживании, испытаниях и ремонте.

Требования безопасности к составным частям системы в отношении токоведущих частей, блокировок и защитному заземлению, должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0–75.

По способу защиты человека от поражения электрическим током системы АУПС, АУПТ и СОУЭ должны относиться к классу 01, согласно ГОСТ 12.2.007.0–75.

Оборудование должно иметь устройства для подключения защитного заземления. На корпусе около устройства заземления должна быть выполнена соответствующая маркировка.

При выполнении строительно-монтажных работ необходимо руководствоваться требованиями по охране труда системы стандартов безопасности труда, изложенными в ГОСТ 12.1.009–76 «Электробезопасность. Термины и определения» и в ГОСТ 12.3.032–84 «Работы электромонтажные. Общие требования безопасности».

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р МЭК 870–5–1–95 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 1. Форматы передаваемых кадров.
2. ГОСТ Р МЭК 870–5–2–95 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 2. Процедуры в каналах передачи.
3. ГОСТ Р МЭК 870–5–3–95 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 3. Общая структура данных пользователя
4. ГОСТ Р МЭК 870–5–4–96 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 4. Определение и кодирование элементов пользовательской информации
5. ГОСТ Р МЭК 870–5–5–96 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 5. Основные прикладные функции
6. ГОСТ Р МЭК 870–5–101–2001 Устройства и системы телемеханики.
7. ГОСТ Р МЭК 870–5–102–2001 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 102. Обобщающий стандарт по передаче интегральных параметров в энергосистемах.
8. Современные технологии промышленной автоматизации: учебник / О. В. Шишов. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2007. — 273 с. ISBN5–7103–1123–5

© Хуссейн Оубаи Маан (Eng.napo.oubai@gmail.com), Пупков Константин Александрович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов