

ОП. 17. Автоматические системы безопасности



Авиационный колледж ДГТУ

Лекционный курс

Автор

Смирнов Ю. А.

Ростов-на-Дону,
2019

Аннотация

Лекционный курс предназначен для студентов очной формы обучения направления 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям).



Автор

Смирнов Юрий Александрович –

к.т.н., доцент, преподаватель 1 категории АК ДГТУ

Сфера научных интересов – Вычислительная техника и автоматика

ОГЛАВЛЕНИЕ

по теме 1.1.1. Системы безопасности и автоматические	5
установки пожаротушения	5
по теме 1.2.1. Автоматические установки водяного пожаротушения	54
по теме 1.3.1. Автоматические установки пенного пожаротушения	73
по теме 1.4.1. Автоматические установки газового пожаротушения	83
по теме 1.5.1. Автоматические установки порошкового пожаротушения	143
по теме 1.6.1. Автоматические установки аэрозольного пожаротушения	152
по теме 1.7.1. Автоматическая пожарная защита многофункциональных зданий повышенной этажности	177
по теме 1.8.1. Надежность установок пожарной автоматики	191
по теме 1.9.1. Основы проектирования и эксплуатации установок пожарной автоматики	215
по теме 2.1.1. Принцип построения интегрированной системы безопасности "Рубеж" (ИСБ)	242
по теме 2.1.2. Возможности, характеристики и ПО ИСБ	263
по теме 2.1.3. Возможности подсистем ИСБ	297
по теме 2.1.4. Возможности подсистем ИСБ	326
по теме 2.1.5. Возможности подсистем ИСБ	376
по теме 2.1.6. Возможности подсистем ИСБ	393
по теме 2.2.1. Автоматизированные системы пожаротушения и дымоудаления	412
по теме 2.3.1. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия	422
по теме 2.3.2. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия	430
по теме 2.3.5. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия	437
по теме 3.1.1. Анализ промышленного процесса как объекта управления	445
по теме 3.2.1. Выбор комплекса технических средств автоматизации	457
по теме 3.3.1. Разработка функциональных схем автоматизации	466
по теме 3.4.1. Разработка функциональных принципиальных схем автоматизации	480
по теме 3.5.1. Технические средства автоматизации конструирования, моделирования и проектирования	482

Управление техническими системами

по теме 3.5.2. Приборы контроля и управления технологическими процессами	488
по теме 3.5.3. Программные средства автоматизации конструирования, моделирования и проектирования.....	546
по теме 3.6.1-2. Характеристика технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (АСМ).....	571
по теме 3.6.3. Анализ схем и методы расчета показателей надежности и безопасности АСУТП	578

ЛЕКЦИЯ

по теме 1.1.1. Системы безопасности и автоматические установки пожаротушения

ВОПРОСЫ

1. Системы безопасности в Твери и Тверской области:
 - Системы связи.
 - Системы видеонаблюдения.
 - Системы охранно-пожарной сигнализации.
 - Системы контроля и управления доступом - СКУД.
 - Системы звуковой трансляции и оповещения
2. Исторические сведения об установках пожаротушения.
3. Классификация, область применения и основные требования к установкам пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабуринов В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. –298 с. (с. 5-25).
2. Системы безопасности в Твери и Тверской области. <http://safetyimag.ru>

1. Системы безопасности в Твери и Тверской области

Город представляет собой сложную многоуровневую структуру. Он состоит из множества подсистем - транспортной, телекоммуникационной, систем электро- и водоснабжения, а также многих других, которые функционируют и взаимодействуют между собой.

Эффективное функционирование этих систем невозможно без разработки и внедрения комплексных решений по автоматизации технологических и бизнес- процессов. Самое лучшее решение - это системная интеграция.

Компания "Системы безопасности" является интегратором комплексных систем в области безопасности и жизнеобеспечения в Твери и Тверской области. 9-ти летняя история успеха - высокое качество инженерных решений и выполняемых работ.

Управление техническими системами

Интегрированные системы безопасности (ИСБ) - это совокупность технических средств различных систем безопасности, реализованных на единой программной или аппаратной платформе и обеспечивающих выполнение в автоматическом режиме заранее определенных алгоритмов взаимодействия систем безопасности, а также автоматизацию работы оператора с целью снижения рисков принятия ошибочных решений и уменьшения времени реакции при возникновении внештатной ситуации на объекте.

Наиболее часто интегрированные системы безопасности объединяют:

Системы связи;

Системы видеонаблюдения;

Системы охранно-пожарной сигнализации;

Системы контроля и управления доступом - СКУД;

Системы звуковой трансляции и оповещения;

Автоматизированные системы управления технологическим процессом и др.

Выполняемые инженерные решения и работы ориентированы на комплексный подход - от оформления бизнес-идеи до ввода объекта в эксплуатацию. При этом во главу всего ставится репутация.

Эти качества характеризуют деятельность компании "Системы безопасности",



Рис.1.

а успешно реализованные проекты - это гарантия качества предоставляемых услуг.

Системы связи

- Волоконно-оптические линии связи - ВОЛС

Управление техническими системами

- Структурированные кабельные системы - СКС
- Локальные вычислительные сети - ЛВС
- IP - телефония, Видеотелефония
- Автоматические телефонные станции - АТС,
- диспетчерская связь, ГГС
- Системы GPS мониторинга транспорта
- Спутниковый интернет
- Загородный интернет
- Интернет для бизнеса
- Эфирное телевидение
- Спутниковое телевидение
- Радиосвязь

Волоконно-оптические линии связи - ВОЛС

Развитие IT технологий и переход оборудования безопасности и АСУ на IP протокол заставляет нас задуматься о транспорте для передачи данных. Используемая ранее медная "витая пара" не удовлетворяет сегодняшние потребности рынка по многим характеристикам и критериям.

Многих недостатков медной "витой пары" лишены ВОЛС(волоконно-оптические линии связи). Волоконно-оптическая связь- вид проводной электросвязи, использующий в качестве носителя информационного сигнала излучение оптического диапазона, а в качестве направляющих систем - волоконно-оптические кабели.

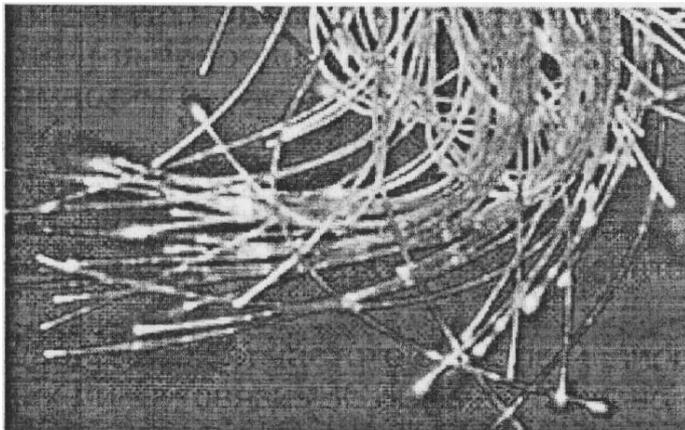


Рис.2. Волоконно-оптические кабели

Благодаря высокой частоте сигнала и широким возможностям мультиплексирования, пропускная способность волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) многократно превышает пропускную способность всех других систем связи.

Управление техническими системами

Малое затухание света в оптическом волокне позволяет применять волоконно-оптическую связь на значительных расстояниях. Волоконно-оптическая связь свободна от электромагнитных помех и труднодоступна для несанкционированного использования.

За последние годы произошло сильное удешевление волоконно-оптического оборудования, оптического кабеля и фурнитуры для ВОЛС. В связи с этим строить сети с использованием ВОЛС стало дешевле сетей на медной "витой паре".

Специалисты компании "Системы безопасности" имеют большой опыт в проектировании и монтаже ВОЛС и выполняют полный спектр работ построения ВОЛС: проектирование, согласование, монтаж, приемо-сдаточные испытания, паспортизация, запуск в работу, сдача в эксплуатацию.

Также эта компания является поставщиком оборудования и фурнитуры для монтажа ВОЛС.

Стоимость сварки оптических (одномодовых, многомодовых) волокон, за волокно, в рублях:

Зачистка и разделка не бронированного кабеля	300
Зачистка и разделка бронированного кабеля	500
Сварка оптических волокон	300
Тестирование оптических волокон	250
Монтаж оптических муфт	500
Монтаж оптических кроссов	300
Монтаж оптического кабеля	40

Структурированные кабельные системы - СКС

СКС - физическая основа инфраструктуры здания, позволяющая свести в единую систему множество сетевых информационных сервисов разного назначения: локальные вычислительные и телефонные сети, системы безопасности, видеонаблюдения и т. д.

Основные этапы монтажа СКС:

- выезд специалиста на обследование объекта монтажа СКС;
- составление проекта;
- поставка оборудования и материалов;
- монтаж СКС;
- тестирование.

Управление техническими системами

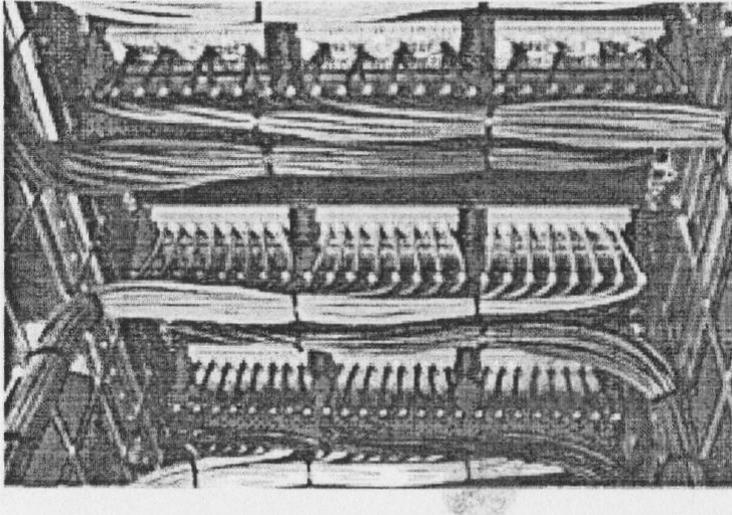


Рис.3. СКС

Инженеры и монтажники компании обладают необходимым опытом и высокой квалификацией в области монтажа СКС. Имеется свой склад кабеля, компонентов СКС, инструментов и расходных материалов, необходимых для монтажа.

Цены на монтаж СКС в предложении для заказчика включают в себя 3 раздела:

- цена на проектные работы;
- цены на оборудование СКС (кабельные короба, кабели, телекоммуникационные шкафы, патч-панели, розетки и пр.);
- цены на работы по монтажу СКС.

Для небольших СКС (без проектных работ) можно обозначить стоимость, исходя из средней цены за рабочее место:

Цена 1 рабочего места без электрики	от 2 500 руб.
Цена 1 рабочего места с электрикой	от 3 500 руб.

В цену входят стоимость оборудования, расходных материалов, монтажных и пусконаладочных работ. Выезд инженера на обследование объекта монтажа СКС и разработка технико-коммерческого предложения проводится бесплатно.

Локальные вычислительные сети - ЛВС

Локальная вычислительная сеть - совокупность активного оборудования связи с СКС, ВОЛС, оборудования Wi-Fi и т.д. образующая компьютерную IP сеть, покрывающая определенную территорию или небольшую группу зданий (дом, офис, фирму, институт).

Управление техническими системами

Также существуют локальные сети, узлы которых разнесены на большие расстояния посредством магистральных междугородних ВОЛС, радио релейной связи (PPC), космических станций.

При проектировании и строительстве ЛВС специалисты нашей компании плотно работают со специалистами и технической поддержкой крупнейших мировых поставщиков оборудования связи.

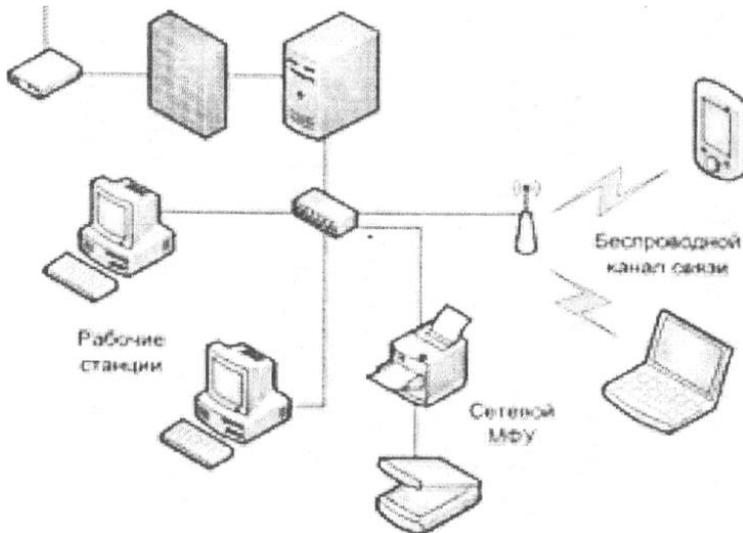


Рис.4. IP - телефония, Видеотелефония

IP- телефония - разновидность телефонии в которой каналами связи от абонента до оператора связи (провайдера) служат не медные «витые пары», а сеть Интернет или другие IP-сети. В данной технологии голосовая связь и видеосвязь передается по протоколу IP.

IP-телефонией можно пользоваться в любой точке мира где есть сеть Интернет. IP- телефония предоставляет огромный перечень сервисных услуг. На сегодняшний день при правильном подходе используя IP-телефонию можно значительно экономить деньги на телефонных переговорах.

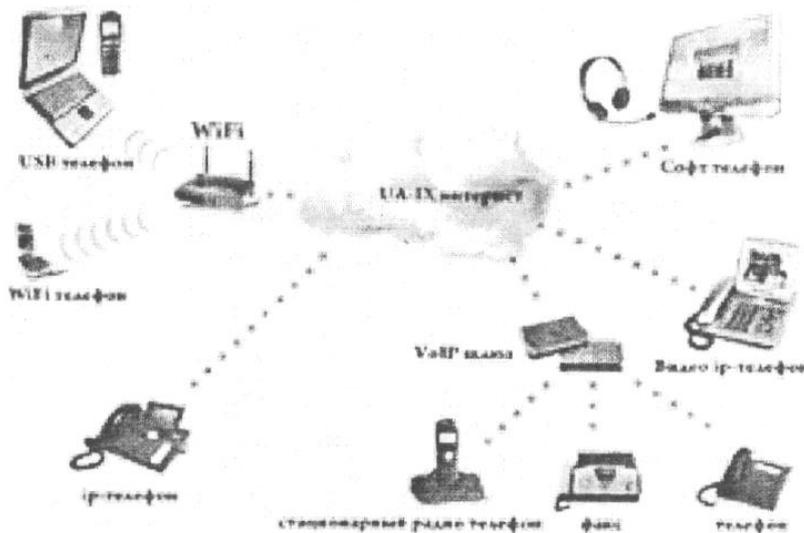


Рис .5. Сеть

При пользовании IP-телефонией целесообразно использовать видеотелефоны(стоимость видеотелефона 16000 руб.). Цены на разговоры по IP-телефону и видеотелефону одинаковые, в пределах 2 руб. за минуту, звонки в пределах одной IP-АТС бесплатны из любой точки мира.



Рис.6.

Автоматические телефонные станции - АТС, диспетчерская связь, ГГС

Специалисты нашей компании более 10 лет сотрудничают и устанавливают «гибридные» телефонные станции «Maxicom». АТС «Maxicom» занимают уникальное положение на российском рынке связи в соотношении цена/качество.

АТС специально разрабатываются для России, учитывают особенности отечественных сетей связи и строго ориентированы на потребности российского потребителя.

Управление техническими системами

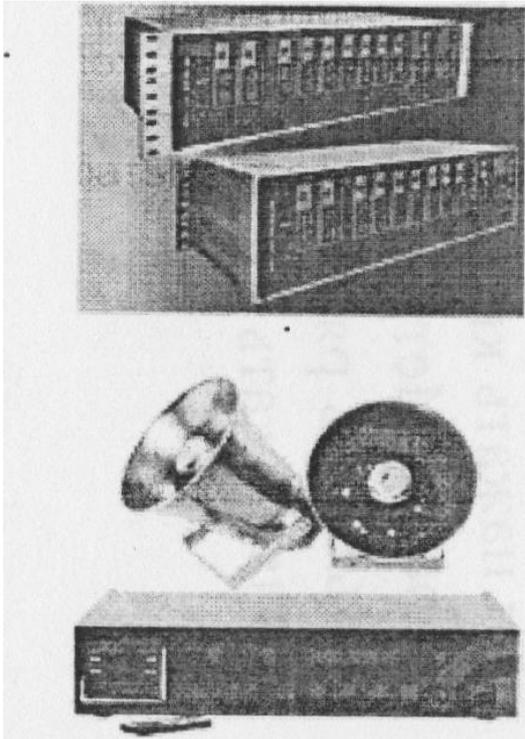


Рис.7. Автоматические телефонные станции «Maxicom»

Громкоговорящая связь (ГГС) - предназначена для работы в одноканальных двухсторонних симплексных системах связи обеспечивая подачу объявления по общей линии связи на большие расстояния. ГГС в зависимости от исполнения, устанавливаются в помещениях, на открытом пространстве, в зонах с тяжелыми условиями эксплуатации: повышенной запыленности, в зонах сильных шумов и электрических помех.

Системы GPS мониторинга транспорта

Система GPS мониторинга транспорта предназначена для отображения в реальном масштабе времени на карте местности местоположения подконтрольных подвижных объектов, отображения их текущего состояния, а также просмотра истории их перемещений и изменения их состояния.

Основные области применения: пассажирский транспорт и маршрутные такси, междугородные и международные перевозки, строительная и коммунальная техника, грузовой транспорт, экстренные службы, личный транспорт.

На транспортное средство устанавливается навигационный прибор «Планир» предназначенный для контроля перемещения транспортного средства и его

Управление техническими системами

местоположения, оборудование фиксирует и записывает в память координаты используя данные полученные со спутников системы GPS и/или ГЛОНАСС.

Вместе с данными о местоположении транспортного средства записываются такие параметры как скорость, направление движения и состояния различных входов прибора, в случаи их подключения. Накопленные данные передаются из памяти прибора на сервер мониторинга, после того как данные размещены на сервере, они становятся доступны пользователям системы для дальнейшего их анализа, формирования отчетов, построения графиков.

В нашей компании для наших клиентов развернут сервер «Планар-Зенит» на котором после авторизации возможно осуществлять централизованный контроль за передвижением транспорта своего предприятия.лог

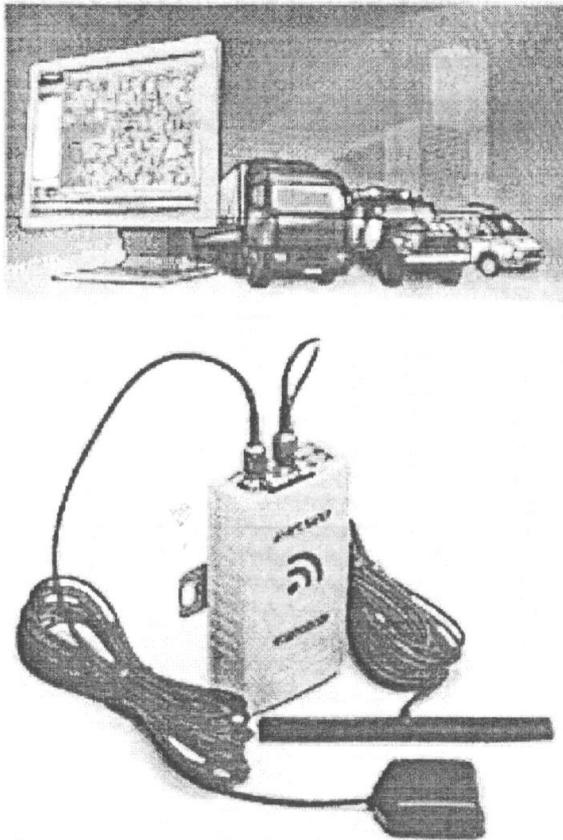


рис.8

Таблица 1

Наименование	Цена, руб.
Навигационный прибор «Планар – GG 102»GPS	9580
Навигационный прибор «Планар – GG 103»Глонасс/GPS	10200
Источник питания «ИБП-А-002»	3070
Компл для программирования «Планар-Зенит»	2180
Антенна Глонасс/GPS/GSM	850

Управление техническими системами

Антенна GPS	250
Антенна GSM	180
Антенна GPS	250
Антенна Глонас/GPS	350
Установка навигационного прибора на автомобиль ,программирования	2000
Подключение доп. Датчиков(топлива. Расходомер...)	Договорная
Абонентская плата при пользовании нашим сервером(за один автомобиль) в месяц	500
Настройка Сервера Планар-Зенит у клиента, обучение(абонентская плата отсутствует)	20000

Спутниковый интернет

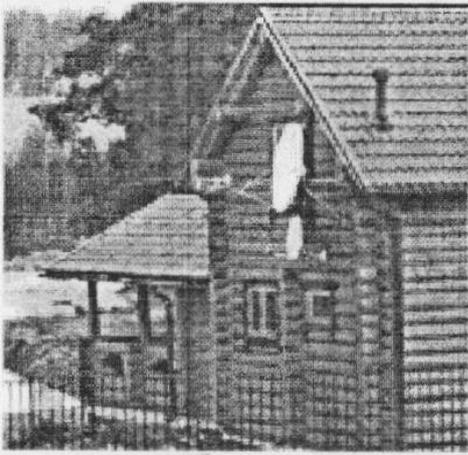
Спутниковый Интернет - способ обеспечения доступа к сети Интернет с использованием технологий спутниковой связи. Существует два способа обмена данными через спутник:

1. Односторонний (асимметричный) - когда для приёма данных используется спутниковый канал, а для передачи доступные наземные каналы или GPRS. Наша компания данной технологией не занимается.
2. Двухсторонний (симметричный) - когда и для приёма, и для передачи используются спутниковые каналы.

Загородный интернет

Специалисты нашей компании могут быстро и доступно подключить интернет в частном доме, на даче или в коттедже. Благодаря сервису Инди VSAT вы сможете активно заниматься бизнесом, следить за мировыми новостями, делать заказы в интернет-магазинах, общаться с друзьями, не покидая своего загородного дома.

Стоимость оборудования от 25000 руб. Монтаж и настройка от 5000 руб. Абонентская плата в зависимости от тарифного плана. Как показала практика для комфортного пользования спутниковым интернетом хватает 3000 руб. в месяц.



Интернет для бизнеса



рис.9

Спутниковая связь по технологии VSAT - это возможность организации и подключения к основным пользовательским сервисам от доступа в Интернет и телефонии до построения корпоративных сетей передачи данных. Все услуги ориентированы как на предприятия малого и среднего бизнеса, так и на крупные коммерческие и государственные структуры.

Также мы предлагаем отраслевые решения для образовательных и финансовых учреждений, строительной и добывающей отраслей, сетей АЗС, использующих спутниковую связь в качестве основного или резервного каналов передачи данных.

Эфирное телевидение (цифровое и аналоговое)

На сегодняшний день аналоговое эфирное телевидение остается самым распространенным средством доставки зрителям телевизионных программ. Как

Управление техническими системами

обещает правительство в каждом городе заработает цифровое телевидение стандарта DVB-T2.

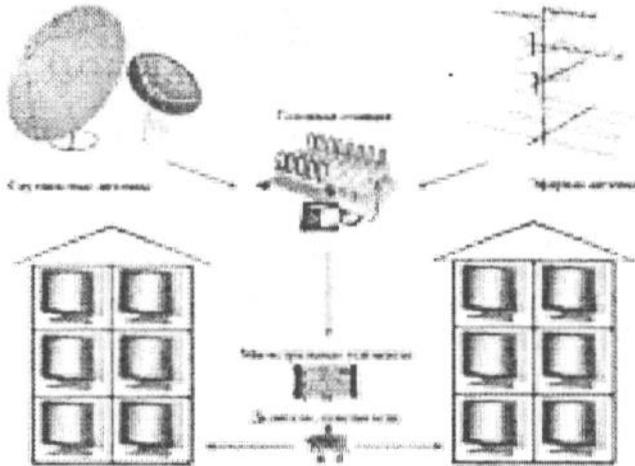


рис.10

Специалисты нашей компании могут установить и настроить оборудование для приема эфирного аналогового и цифрового телевидения (антенны, усилители, сумматоры, головные станции, мультиплексоры и т.д.) только в качестве дополнительной услуги.

Спутниковое телевидение

Спутниковое телевидение - система передачи телевизионного сигнала от передающего центра к потребителю, использующая в качестве ретранслятора искусственные спутники Земли. Для приема сигнала спутникового телевидения требуется специальное оборудование. Стандартный комплект состоит из спутниковой антенны, кронштейна, конвертера, кабеля и ресивера (спутникового приемника).

Наша компания является партнером оператора спутникового телевидения «Радуга ТВ». Стоимость комплекта качественного оборудования с монтажом для приема каналов «Радуга ТВ» в HD качестве и подпиской на 3 месяца 6500 руб.

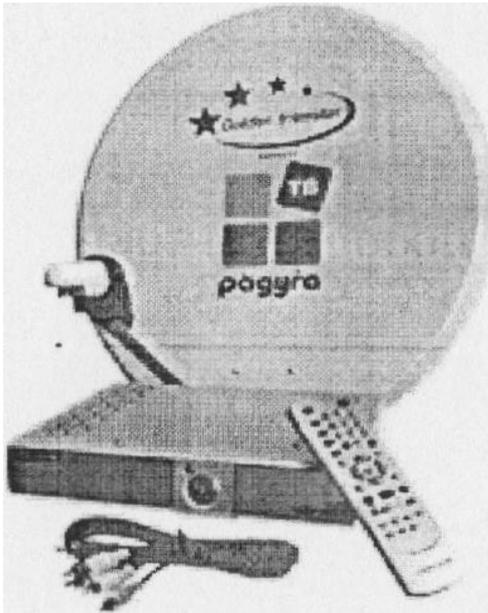


рис.11

Радиосвязь - разновидность беспроводной связи, при которой в качестве носителя сигнала используются радиоволны, свободно распространяемые в пространстве.

Специалисты нашей компании имеют специальное образование и огромный опыт в развертывании комплексов радиосвязи - системы на ретрансляторах, транкинговые системы, DECT, Wi-Fi системы и т.д. Имеется множество реализованных проектов.

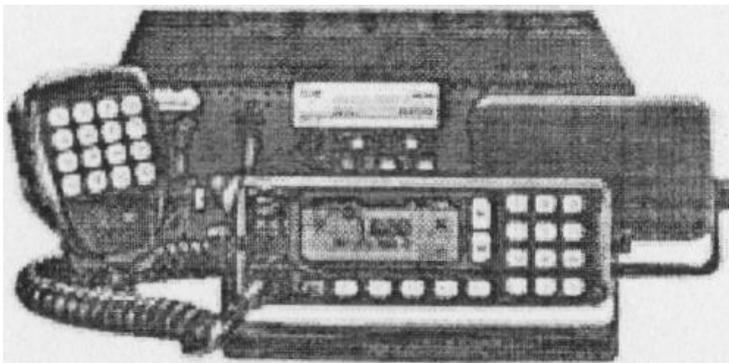


Рис.12

Системы видеонаблюдения

IP видеонаблюдение . Аналоговое видеонаблюдение.

Системы видеонаблюдения - комплексы аппаратных средств, обеспечивающих наблюдение за охраняемой территорией для получения визуальных изображений служебной информации и сообщений о тревоге с охраняемого объекта.

IP видеонаблюдение

IP-видеонаблюдение - система состоящая из цифровых IP видеокамер и IP видеорегистраторов. Особенностью IP систем является передача видеопотока в цифровом формате по IP сетям. Благодаря отказу от использования стандартов аналогового телевидения, IP камеры могут передавать видеоинформацию высокой четкости.

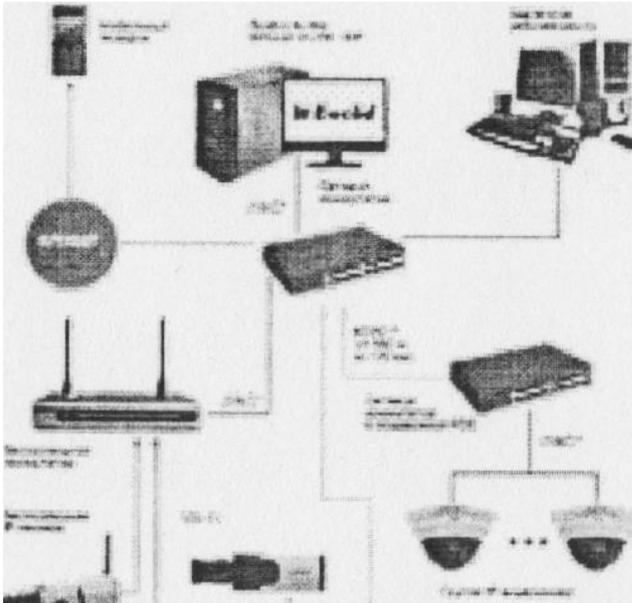


рис.13 Системы видеонаблюдения

В связи с быстрым развитием технологии IP видеонаблюдения, снижением стоимости оборудования, более надежным транспортом видеосигнала (IP сети) и надежностью монтажа, считаем, что на сегодняшний день данная технология наиболее перспективная.

Цены и описание самых популярных товаров:

Таблица 2 Виды камер видеонаблюдения.

Фото	Описание	Цена, руб.
	Sogum CS-195-IO FullHD IP камера День/ночь стандартного исполнения без объектива	12999
	Sogum CS-425-IO FullHD IP камера для офиса	7999

Управление техническими системами

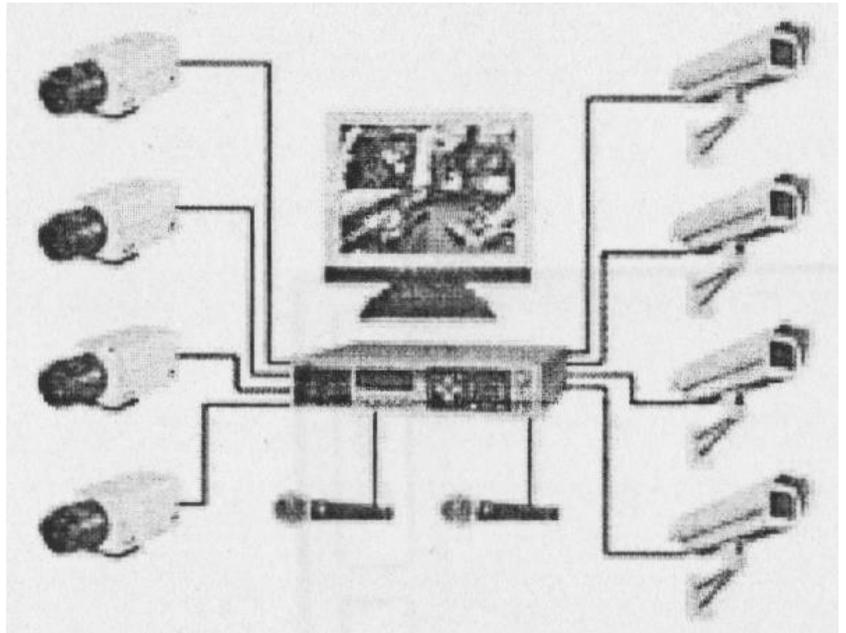
		
	Сорит CS-325-IP купольная FullHD IP камера День/ночь с вариообъективом для офиса	11499
	Сорит CS-270-Ю уличная FullHD IP камера День/ночь с вариообъективом и ИК подсветкой	15999
	Сорит CS-390-Ю купольная, уличная FullHD IP камера День/ночь с вариообъективом и ИК подсветкой	15999
	NUUO NE-2040 надежный 4-х каналный IP видеореги­стратор с отличными характеристиками и русскоязычным ПО. Количество клиентских мест не ограничено	25600

		
	NUUO NE-4080 надежный 8-и каналный IP видеореги­стратор с отличными характеристиками и русскоязычным ПО. Количество клиентских мест не ограничено	4928
	NUUO NE-4160 надежный 16-и каналный IP видеореги­стратор с отличными характеристиками и русскоязычным ПО. Количество клиентских мест не ограничено	63360
	NUUO NS-1040-EU надежный 4-х каналный IP видеореги­стратор для удаленных офисов и коттеджей где нет возможности получить выделенный IP адрес с отличными характеристиками и русскоязычным ПО. Количество каналов можно расширить до 8	35200

Аналоговое видеонаблюдение

В системах аналогово видеонаблюдения используются видеокамеры, имеющие на выходе полный цветной телевизионный сигнал (ПЦТС) шириной 6,5 МГц. Данный ПЦТС может передавать видеоизображение по коаксиальному кабелю или заменителю с разрешением до 0,4 мегапиксел (это изначально заложено технологией аналогово видеосигнала).

Мы считаем, что данная технология сильно устарела и не имеет будущего. Недавно появился новый формат аналогово видеонаблюдения HD SDI. Данная технология позволяет использовать видеокамеры HD качества (2 мегапикселя) для передачи цифрового сигнала посредством коаксиального кабеля со скоростью 1,485



Гбит в секунду.

Рис.15 Технология HD SDI

Технологию HD SDI очень часто и успешно используют в телевидении высокой четкости формата HDTV. Превосходство HD SDI хорошо заметно при просмотре телеканалов формата HDTV на замедленных повторах движения (используется при трансляции с Олимпиад).

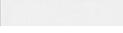
Возможно, что видеонаблюдение формата HD SDI «не приживется» в системах охранного телевидения из-за большого количества ограничений связанных с физическими процессами при использовании данной технологии.

Цены и описание самых популярных товаров:

Таблица 3 Виды камер видеонаблюдения.

Фото	Описание	Цена, руб.
	Сорит CS-335-HW камера с вариобъективом для офиса	2500
	Сорит CS-320-HW камера для офиса и улицы с ИК подсветкой	2900
	Цветная видеокамера VCC-5885P фирмы SANYO (Япония) с вариобъективом и кронштейном	4750

Управление техническими системами

		
	Цветная видеокамера VCC-6570P фирмы SANYO (Япония) с varioобъективом и кронштейном	9000
	Corgim CS-385-HS купольная камера День/ночь с varioобъективом для офиса и улицы с ИК подсветкой	4500
	Corgim CS-295-HB уличная камера День/ночь с varioобъективом и ИК подсветкой	4500
	Corgim CS-HD204 4-х каналный видеореги­стратор с русскоязычным ПО. Возможен просмотр видео через Интернет. Количество клиентских мест не ограничено	3500
	Corgim CS-HD208 8-и каналный видеореги­стратор с русскоязычным ПО. Возможен просмотр видео через Интернет. Количество клиентских мест не ограничено	10999
	Corgim CS-HD216 16-х каналный видеореги­стратор с русскоязычным ПО. Возможен просмотр видео через Интернет. Количество клиентских мест не ограничено	16000

Охранно-пожарная сигнализация

- Оборудование научно-внедренческого предприятия "Болид"
- Оборудование компании «Аргус-Спектр»
- Оборудование компании «Планар»
- Оборудование газового пожаротушения Оборудование других производителей

Система охранно-пожарной сигнализации предназначена для сбора, обработки, передачи, отображения и регистрации извещений о состоянии шлейфов охранной, тревожной и пожарной сигнализации, для управления пожарной автоматикой и для управления инженерными системами охраняемых объектов

Оборудование научно-внедренческого предприятия «Болид»

В России по официальным данным 70% рынка систем ОПС занимает оборудование производимое компанией «Болид». Оборудование выгодно отличается по соотношению цена/качество и имеет прекрасный функционал.

Используя оборудование компании «Болид» можно создать удобную, многофункциональную и надежную интегрированную систему безопасности. Преимущественно оборудование предназначено для организации объектовой охраны. Так же используя специальные адаптеры на данном оборудовании возможна и централизованная охрана.

Управление техническими системами

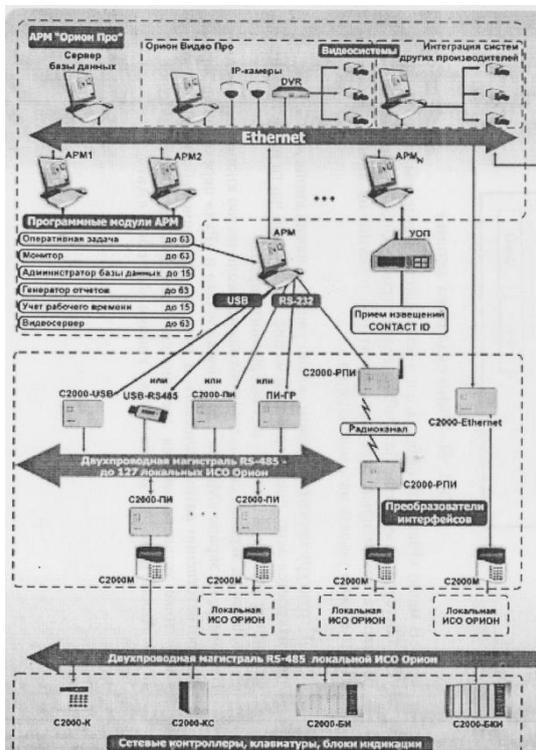
Специалисты нашей компании, при строительстве интегрированных систем безопасности небольших, бюджетных объектов отдадут предпочтение оборудованию компании «Болид».

Оборудование компании «Аргус-Спектр»

Компания «Аргус-Спектр» одна из первых в России начала производить систему ОПС «Стрелец»используя беспроводные охранные и пожарные Датчики. Несколько лет назад специалисты компании «Аргус-Спектр» разработали новую интегрированную систему безопасности «Стрелец-Интеграл» в которой удалось совместить как беспроводное оборудование, так и проводное.

Возможности интегрированной системы безопасности «Стрелец-Интеграл»: беспроводная и проводная охранный сигнализация, беспроводная и проводная пожарная сигнализация, беспроводная и проводная система управления оповещением и эвакуацией (СОУЭ), беспроводная и проводная система автоматического управления пожаротушением (АУПТ), система контроля и управлением доступом (СКУД), система видеорегистрации, автоматический мониторинг по всем каналам связи и многое другое

Рис.15 АРМ «Орион Про»



Управление техническими системами

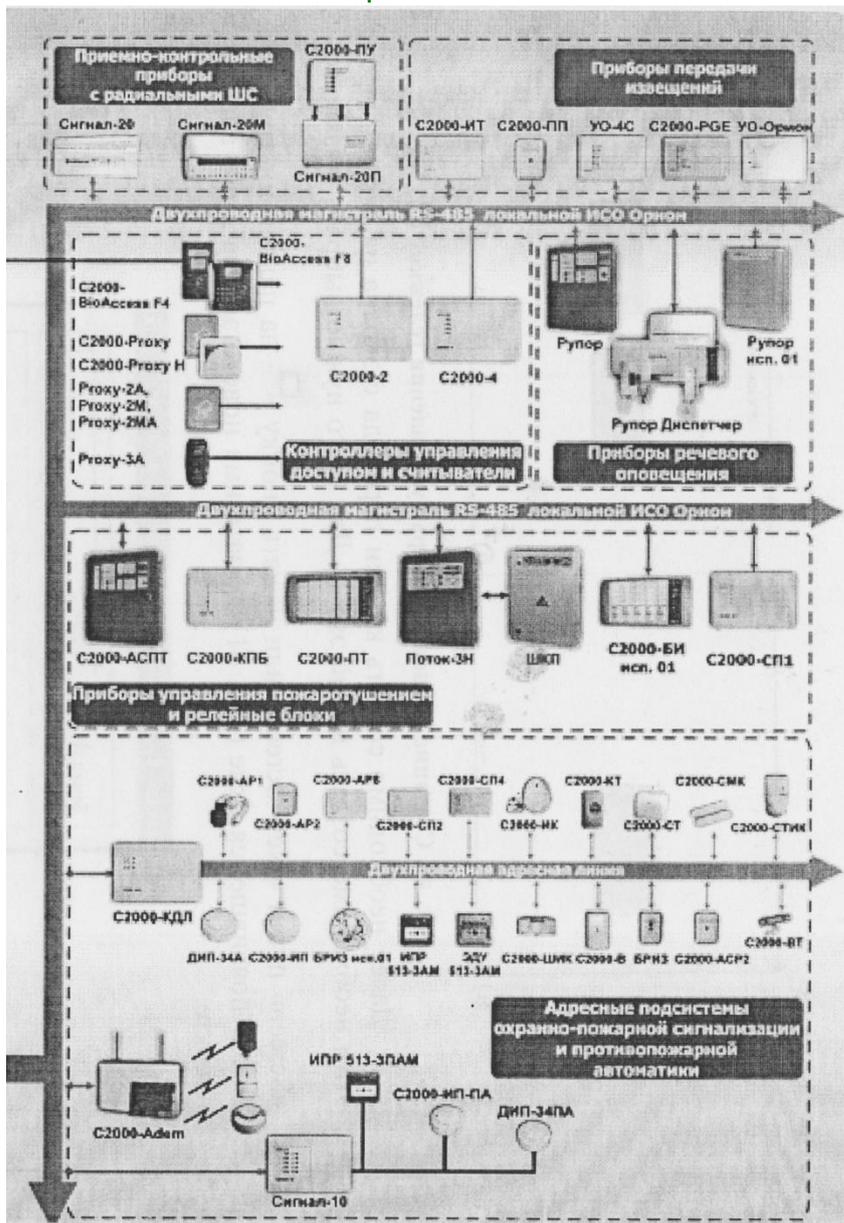
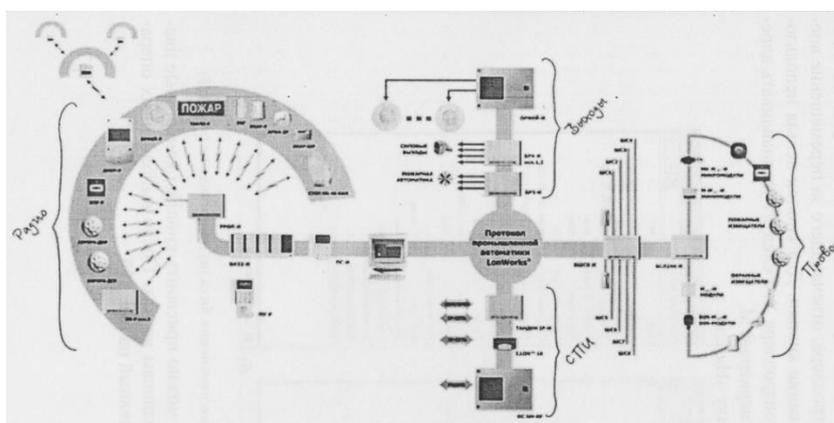


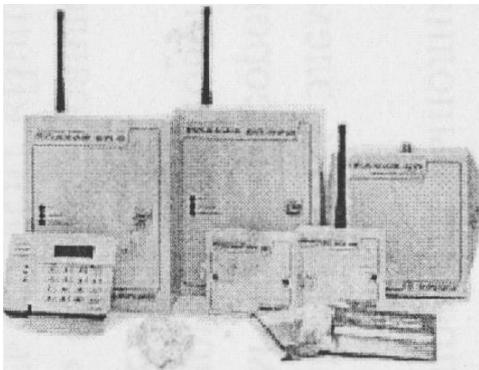
Рис.16 Система пожарной безопасности.



Управление техническими системами

Специалисты нашей компании, при строительстве интегрированных систем безопасности объектов, где нет возможности проложить провода, отдают предпочтение оборудованию компании «Аргус-Спектр».

Оборудование компании «Планар»



Радиосистема передачи извещений (РСПИ) «Планар» предназначена для централизованной охраны удалённых стационарных объектов, мониторинга мобильных объектов, сбора телеметрической информации, управления исполнительными устройствами на объектах, с передачей информации по радиоканалу (146-174 МГц, 430-445МГц) и/или каналу GSM (GPRS). РСПИ «Планар» предназначена также для организации пожарной охраны объектов.

Радиосистему выгодно использовать для охраны удаленных объектов к которым невозможно подвести проводные линии связи. Наиболее частое применение радиосистемы в селах и поселках.

Оборудование газового пожаротушения

Газовое пожаротушение - это вид пожаротушения, при котором для тушения возгораний и пожаров применяются газовые огнетушащие составы. Автоматическая установка газового пожаротушения обычно состоит из баллонов или емкостей для хранения газового огнетушащего состава (ГОС), газа, который хранится в этих баллонах (емкостях), узлов управления, трубопроводов и насадок, обеспечивающих доставку и выпуск газа в защищаемое помещение, прибора приемно-контрольного и пожарных извещателей.

При строительстве систем газового пожаротушения в качестве огнетушащего состава мы используем газ (Novec 1230. Novec 1230 - последняя разработка на рынке газовых огнетушащих веществ уже успела зарекомендовать себя как надёжное, экономичное, безопасное для человека и окружающей среды средство пожаротушения, применяемое в зданиях любой сложности и назначения - банки, серверные, хранилища, архивы, музеи, библиотеки. Главное преимущество Novec

Управление техническими системами

1230 состоит в том, что оно не наносит вреда защищаемым объектам из любых материалов, будь то электронное оборудование, бумага, ткань, дерево или металл.

Системы контроля и управления доступом

- Биометрические системы «BioSmart компании «Прософт-Биометрикс»
- Оборудование компании "Эра новых технологий"
- Оборудование ООО «НИЦ «ФОРС»
- Оборудование компании АРОШЭ (США)
- Оборудование научно-внедренческого предприятия "Болид"
- Оборудование компании «Аргус-Спектр»
- Видеодомофоны, аудиодомофоны и переговорные устройства Турникеты, шлагбаумы, калитки, ограждения Противотаранные устройства Оборудование других производителей

Системы контроля и управления доступом (СКУД) предназначены для: ограничения доступа на заданную территорию, идентификации лица имеющего доступ на заданную территорию, управления доступом на заданную территорию (кого, в какое время и на какую территорию пускать), учёта рабочего времени, ведения базы данных персонала/посетителей.

Биометрические системы «BioSmart» компании «Прософт-Биометрикс»

Биометрические системы имеют огромное преимущество перед традиционными системами. В них не нужен идентификатор человека в виде карты доступа или брелока, который может быть утерян или сдублирован. В качестве идентификатора выступает отпечаток пальца.

Оборудование компании «Прософт-Биометрикс» собрано на современной элементной базе и имеет прекрасные характеристики. Для связи между контроллерами и исполнительными устройствами используются современные высокоскоростные интерфейсы, в том числе и Ethernet. Благодаря этому система может состоять из множества контроллеров находящихся в разных офисах и разных городах и работать под управлением одного сервера.

Используя оборудование компании «Прософт-Биометрикс» можно собрать прекрасную СКУД для школы. Система посредством СМС будет сообщать родителям о времени прихода ребенка в школу и времени ухода ребенка из школы.

Специалисты нашей компании сами эксплуатируют данное оборудование и рекомендуют нашим клиентам, как самую современную и удобную СКУД.

Оборудование компании "Эра новых технологий"

Несколько лет назад на Российском рынке СКУД появился новый продукт - «ЭРА» компании "Эра новых технологий". СКУД изначально была построена с использования самой современной элементной базы и самых современных протоколов связи.

На сегодняшний день СКУД «ЭРА» заняла достойное место среди аналогичных систем. Прекрасный софт, большое количество бесплатных опций, оригинальный АПЯРаззВакс, бесплатный 1Р Видеосервер делают СКУД «ЭРА» лидером среди небольших традиционных систем.

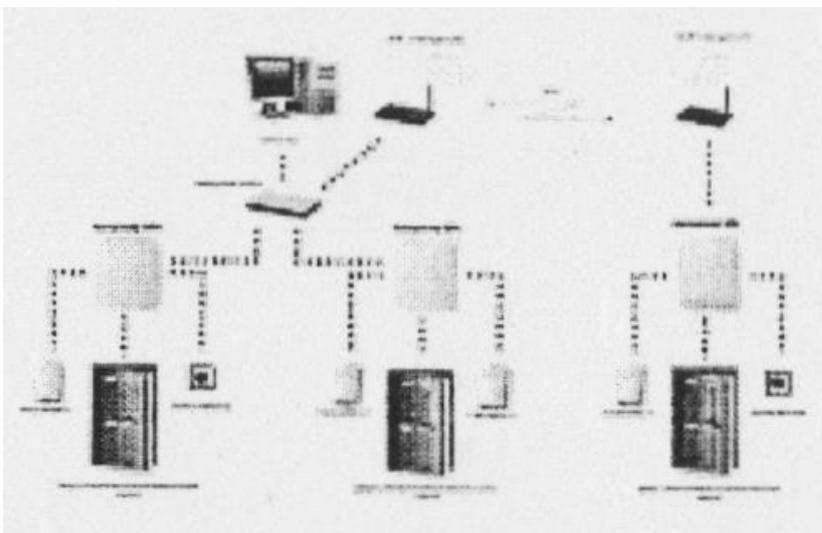


Рис.17 Скуд «ЭРА»

Оборудование ООО «НИЦ «ФОРС»

ООО «НИЦ «ФОРС» производит аппаратно-программный комплекс «Бастион» (АПК «Бастион»). АПК «Бастион» - это комплекс, предназначенный для построения интегрированных систем безопасности на основе приборов охранно-пожарной сигнализации, средств контроля доступа, видеонаблюдения, оборудования охраны периметра и других подсистем безопасности.

Одной из подсистем АПК «Бастион» является СКУД Elsys про которую можно сказать - надежная как автомат Калашникова. СКУД Elsys предназначена, в первую очередь, для оснащения больших производственных объектов, для которых характерны сложные алгоритмы доступа, наличие большого числа сотрудников, множество рабочих графиков, различные типы идентификационных карт и т.д.

Управление техническими системами

Эти особенности крупных предприятий учтены как в аппаратной реализации архитектуры СКУД, так и в функциональных возможностях программного обеспечения. В то же время, наличие в составе Elsys различных вариантов исполнения оборудования позволяет экономически эффективно применять СКУД на небольших объектах, создавая компактные и недорогие системы управления доступом.

Оборудование компании APOLLO (США)

Привлекательность оборудования АРОББО для системы контроля управления доступом и охранной сигнализации заключается в сбалансированном сочетании высочайших технических характеристик, гибкости, надежности, квалифицированной технической поддержки в России, наличии отечественного программного обеспечения APACS, APACS 3000, LyriX и оптимальном соотношении цены и качества.

В перечне производимых компанией APOLLO продуктов для системы контроля управления доступом содержатся самые мощные в мире контроллеры с централизованной архитектурой, аналоговые и цифровые панели охранной сигнализации, релейные модули, считыватели и промежуточные блоки с собственной памятью и встроенной логикой, способные работать автономно, цифровые и аналоговые интерфейсы управления конечными устройствами и пр.

Специалисты нашей компании рекомендуют оборудование компании APOLLO исключительно VIP клиентам, где от СКУД требуется сверх надежность и максимум функционала.

Оборудование научно-внедренческого предприятия "Болид"

Так как компания «Болид» в большей степени занимается системами ОПС, СКУД получилась довольно неудобной.

Мы предлагаем СКУД компании «Болид» в небольшие офисы исключительно для удобства интеграции с другим оборудованием компании «Болид». Такая интеграция очень удобна при эксплуатации системы.

Управление техническими системами

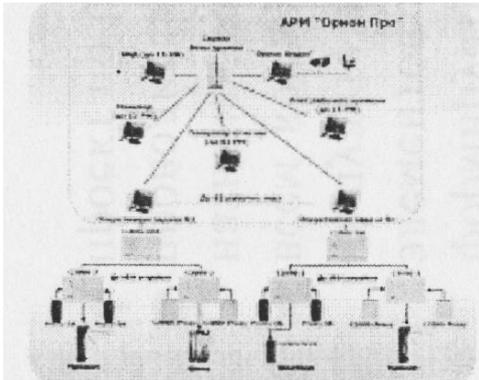


Рис.18

«Болид»

Оборудование компании «Аргус-Спектр»

Развивая новую интегрированную систему безопасности «Стрелец-Интеграл» специалисты компании «Аргус-Спектр» разработали беспроводные элементы СКУД.

Специалисты нашей компании, при строительстве интегрированных систем безопасности объектов, где нет возможности проложить провода, отдают предпочтение оборудованию компании «Аргус-Спектр».



Рис. 18 «Аргус-Спектр»

Видеодомофоны, аудиодомофоны и переговорные устройства

Специалисты нашей компании устанавливают: видеодомофоны, 1Р-видеодомофоны, аудиодомофоны, многоабонентские подъездные домофоны, переговорные устройства, системы клиент-кассир и т.д.

Турникеты, калитки, ограждения

Управление техническими системами

Турникет предназначен для ограничения прохода людей в случае, когда необходима проверка права входа и выхода для каждого проходящего. Основная задача турникета - создать физическую преграду перед человеком, до его авторизации, которая может осуществляться с помощью механизмов или электронных устройств, или до принятия решения сотрудником, отвечающим за пропуск на территорию.

Турникеты-триподы предназначены для разделения потока людей «по одному».

Несколько лет назад на отечественном рынке безопасности появились турникеты «Практика» завода «Возрождение». В турникетах установлен моторный привод и уникальная автоматическая функция "Антипаника". Достаточно легкого касания, чтобы планки начали плавно проворачиваться, обеспечивая комфортный проход. При возникновении пожара или стихийного бедствия преграждающие планки автоматически складываются освобождая проход через турникет.

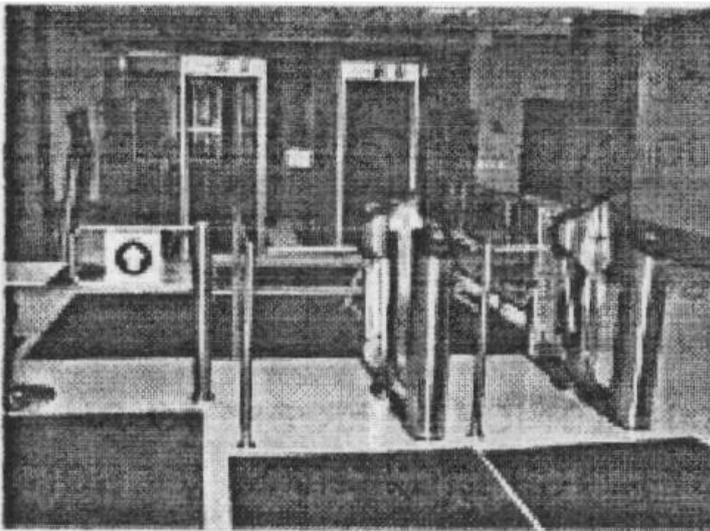


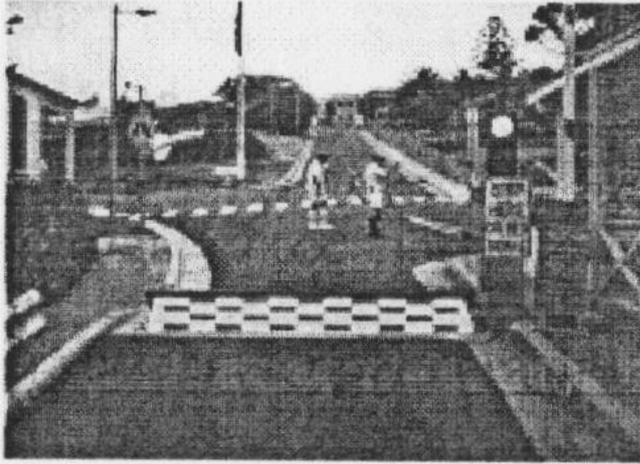
Рис.19 «Антипаника»

Противотаранные устройства предназначены для преграждения въезда транспортных средств. Наиболее популярным противотаранным устройством является Боллард (выдвижной столб).

Боллард (группа боллардов) устанавливается в дорожное полотно, грунт и по сигналу с пульта перекрывает проезжую часть за счёт выдвижного элемента (выдвижных элементов) цилиндрической формы.

Специалисты нашей компании предлагают и устанавливают противотаранные устройства российского и зарубежного производства.

Управление техническими системами



Оборудование других производителей

При выборе оборудования для конкретного объекта необходимо учитывать множество факторов для создания оптимальной системы.

Специалисты нашей компании знают оборудование большого количества российских и зарубежных производителей и могут правильно подобрать СКУД и исполнительные устройства под каждый объект.

Системы звуковой трансляции и оповещения

- Оборудование фирмы TOA (Япония)
- Оборудование фирмы Rohton
- Оборудование научно-внедренческого предприятия «Болид»
- Оборудование компании «Аргус-Спектр»
- Оборудование других производителей

Системы звуковой трансляции и оповещения - это комплекс высокотехнологичного оборудования предназначенный для трансляции речевой и музыкальной информации и работающие в качестве систем оповещения о пожаре.



Рис.19 Оборудование фирмы TOA

Управление техническими системами

Оборудование фирмы ТОА (Япония)

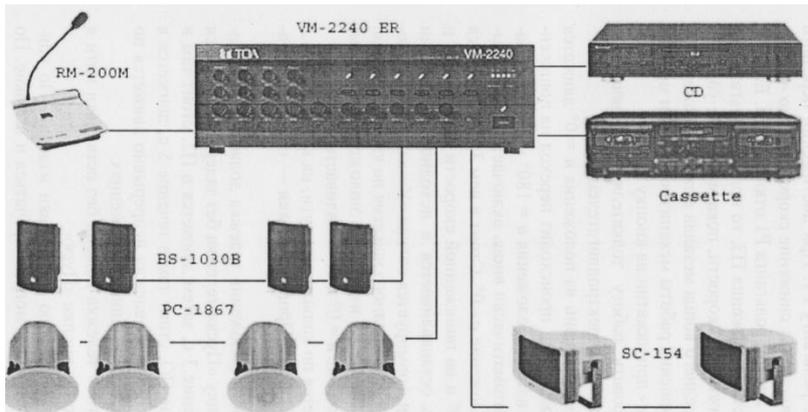


Рис.20 ТОА

ТОВА — мировой лидер в производстве оборудования для систем голосового оповещения: громкоговорителей, усилителей мощности, конференц-систем, оборудования для синхронного перевода, мегафонов и микрофонов.

К основному оборудованию, производимому фирмой ТОВА, относится: Системы оповещения и озвучивания;

Конференц-системы;

Системы двусторонней голосовой связи INTERCOM.

Основное назначение систем оповещения — это предупреждение людей, находящихся в здании о возникновении чрезвычайной ситуации и управление эвакуацией. В штатном режиме системы оповещения могут использоваться также для передачи фоновой музыки или речевых сообщений.

Оборудование фирмы ROXTON

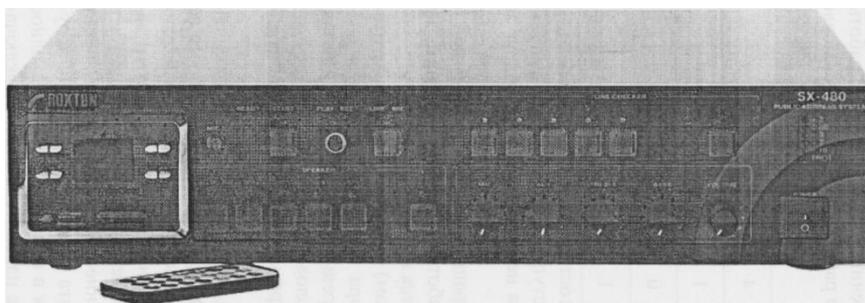


Рис.20 ROXTON

Оборудование фирмы

ROXTON выгодно отличается соотношением цена/качество. Используя оборудования фирмы ROXTON можно создать от простой «бюджетной» системы

Управление техническими системами

трансляции до гигантской распределенной системы трансляции и пожарного оповещения 5 типа.

Оборудование научно-внедренческого предприятия «Болид»

Так как компания «Болид» в большей степени занимается системами ОПС, система оповещения получилась довольно неудобной.

Мы предлагаем систему оповещения компании «Болид» в небольшие офисы исключительно для удобства интеграции с другим оборудованием компании «Болид». Такая интеграция более эффективна при эксплуатации системы.

Оборудование компании «Аргус-Спектр»

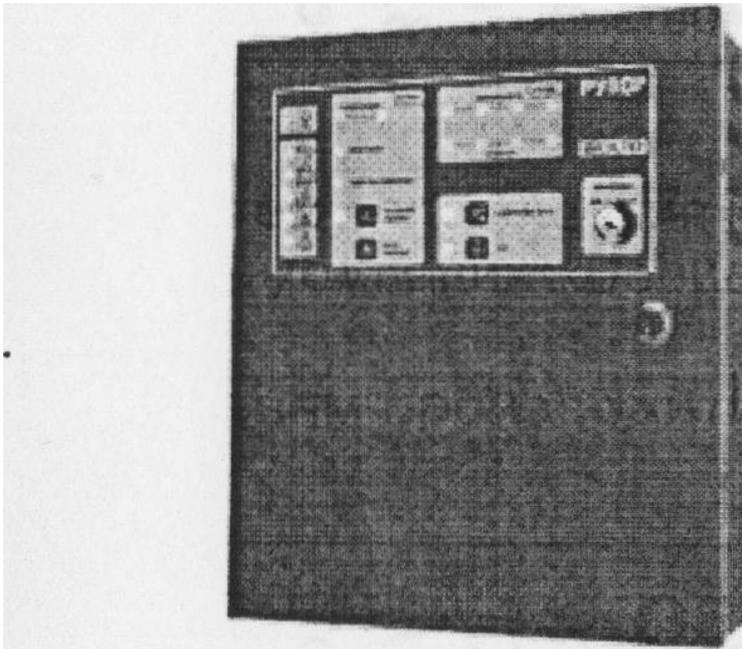


Рис.20 «Аргус-Спектр»

Развивая новую интегрированную систему безопасности «Стрелец-Интеграл» специалисты компании «Аргус-Спектр» разработали беспроводную систему звукового оповещения «Орфей».

Специалисты нашей компании, при строительстве интегрированных систем безопасности объектов, где нет возможности проложить провода.

2. Исторические сведения об установках пожаротушения

Первая установка водяного пожаротушения была предложена в 1769 г. соратником И. И. Ползунова К. Д. Фроловым. В феврале 1770 г. К. Д. Фролов представил управляющему Змеиногорским рудоуправлением (Алтайский край) модель и подробное описание установки. Изобретение представляло собой стационарную насосную установку с водопроводной сетью для автоматического пожаротушения.

Управление техническими системами

Изобретение К. Д. Фролова по распоряжению управляющего рудоуправлением было положено в архив и даже не было запатентовано. Через 36 лет в 1806 г. аналогичная автоматическая установка водяного пожаротушения была запатентована англичанином Дж. Кэри. Он предложил проложить в защищаемом помещении сеть трубопроводов от водонапорного бака, а на сети установить оросители с мелкими отверстиями. В защищаемом помещении протягивался горючий шнур, при перегорании которого открывались замки, удерживающие клапан, клапан освобождался, и вода поступала к оросителям.

Первые спринклерные установки начали появляться в конце XX в. после того, как англичанин С. Гаррисон в 1864 г. разработал спринклерный ороситель. Большую роль в развитии спринклерных установок сыграли предприимчивые американцы - Г. Пармели и Ф. Гриннель. В конце 60-х гг. XX в. они развили бурную деятельность по усовершенствованию, производству и внедрению этих систем во многих странах мира. Первые автоматические установки водотушения фирмы «Гриннель» появились в Западной Европе в 1882 г., а в 1902 г. Ф. Гриннель запатентовал запорнопусковое устройство, явившееся прообразом нынешних запорно-пусковых устройств в спринклерных установках.

В России спринклерные установки начали появляться в конце XX в. Популяризировали их многие русские инженеры и среди них А. А. Пресс, работы которого по защите предприятий спринклерными установками неоднократно издавались как в предреволюционное время, так и в годы советской власти. К 1918 г. в России насчитывалось около 900 предприятий текстильной, резиновой и мебельной промышленности, оборудованных спринклерными установками [1-3].

В 1926 г. в стране было организовано акционерное общество «Спринклер», которое занималось внедрением новых и восстановлением вышедших из строя спринклерных установок.

Примером автономной автоматической установки водяного пожаротушения может служить стационарный автоматический щелочнокислотный огнетушитель «Шеф» конструкции изобретателя Фальковского. Огнетушитель состоял из двух основных частей: собственно огнетушителя и связанного с ним электрического сигнализационного устройства, а также приспособления для приведения огнетушителя в действие. Зарядом для огнетушителя служат: растворяемые в 60 кг воды 6 кг двууглекислой соды; 850 г серной кислоты. Раствор соды (щелочной) наливается в корпус огнетушителя, а серной кислотой наполняется помещаемая в сетчатом цилин-

Управление техническими системами

дре кислотная колба, внутрь колбы вставляется стержневой ударник, который приводится в действие грузом, удерживаемым от падения легкоплавкой пробкой термостата, изготовленной из сплава Вуда. Термостат представляет собой рамку с пружинными металлическими контактами, разъединенными эбонитовой (или фибровой) пластиной-ножом, на металлическую рукоятку которого напаивают легкоплавкую пробку. От контактов термостата сигнал передается на приемно-контрольный прибор, который выдает звуковой и световой сигналы (электрическим звонком и электрической лампочкой).

В 1927 г. М. Порфирьев впервые предложил методику приближенного расчета спринклерных установок, которая позднее (в 1933 г.) была уточнена и дополнена инженером В. Г. Лобачевым.

Наиболее полные и систематизированные (для того времени) сведения об устройстве и эксплуатации спринклерных и дренчерных установок содержатся в книге Е. А. Тейхмана «Спринклерное и дренчерное оборудование» (1937 г.).

В предвоенные годы на основе обстоятельных исследований по гидравлике Н. А. Тарасова-Агалакова окончательно сформировалась методика расчета спринклерных и дренчерных установок. Она используется в практике проектирования и учебном процессе Академии ГПС МЧС России в настоящее время.

Установки водяного пожаротушения получили наибольшее распространение в автоматической противопожарной защите. Распределение водяных установок пожаротушения (УПТ) по отраслям народного хозяйства характеризуется следующими данными: объекты промышленности - 77 %; культурно-зрелищные учреждения - 7,8 %; объекты энергетики - 6,2 %; склады, базы - 3 %; прочие объекты - 6 %.

Применение пены для тушения пожаров было предложено русским инженером А. Г. Лораном в 1902 г. Первые опыты А. Г. Лоран проводил с раствором бикарбоната в воде, действуя на него кислотой. В качестве пенообразователя был применен лакричный экстракт. Пена, полученная таким образом, была названа химической. А. Г. Лоран также впервые применил отдельную подачу кислотного и щелочного раствора к месту пожара по трубам с помощью насоса. О результатах своих исследований А. Г. Лоран доложил 1 декабря 1904 г. на заседании химической секции Русского технического общества. Поиск эффективных огнетушащих средств привел к разработке воздушно-механической пены, предложенной А. Г. Лораном. Он получил воздушно-механическую пену с помощью углекислоты. К сожалению, эти изобретения не нашли применения в России. Ряд патентов А. Г. Лоран, крайне нуждающийся в средствах, продал в Германию. По патенту, купленному у

Управление техническими системами

А. Г. Лорана, фирма «Тоталь» (Германия) начала выпускать оборудование для тушения пожара воздушно-механической пеной.

В начале XX в. российское акционерное общество «ШЭФ» разработало и начало выпускать автоматические установки химического пенного тушения с теплотросовым пуском. В 20-х гг. XX в. автоматические установки химического пенного тушения были несколько усовершенствованы инженером С. Д. Богословским, который вместе с М. Г. Холуевым создал пенный спринклер и разработал схему установки.

В конце 20-х - начале 30-х гг. совершенствование пенных средств тушения проходило в основном по линии создания огнетушителей и стационарных установок неавтоматического действия, а также разработки рецептур различного типа пенообразующих веществ. Так, в СССР в 1927 г. В. И. Гвоздевым-Ивановским был создан пеногенераторный порошок.

В Центральной научно-исследовательской пожарной лаборатории (ЦНИИПЛ) успешно вел работы по использованию воздушно-механической пены для тушения пожаров Л. М. Розенфельд. Ему принадлежит изобретение в 1937 г. высокократной воздушно-механической пены, рецептуры «масляной пены» (применялась для тушения спиртов), а также создание установки для тушения спиртов. ЦНИИПЛ были разработаны пеноаккумуляторы для получения химической пены и воздушно-пенная установка, действующая по принципу двойной эжекции.

Автоматические реактивные пенные установки выпускались двух типов: установки, действующие от смешения пенообразующих растворов самотеком, под влиянием их тяжести, и предназначенные для обслуживания объектов с небольшой защищаемой площадью (небольшого диаметра резервуары и баки с ЛВЖ) посредством подачи пены компактной струей; установки, действующие под давлением сжатых газов и оборудуемые для защиты объектов, имеющих большие защищаемые площади (производственные и складские помещения), в которых подача пены осуществляется спринклерными оросителями.

Автоматические установки обоих типов практически всегда соединялись с сигнализационными устройствами, немедленно извещавшими о начале их работы. Установка представляла собой медный освинцованный цилиндрический бак с поперечной перегородкой, разделяющей бак на две равные части. Одна часть бака заполнялась содоволакричным (или сапониновым) раствором, а другая - слабокислотным раствором сернокислого алюминия (или глинозема). Наполнение каждой

Управление техническими системами

половины бака производилось через симметрично расположенные на этих половинах отверстия, закрываемые крышками. Посередине бака монтировалась смесительная камера. При помощи эксцентриковой оси бак укреплялся подвижно в железной раме. На баке с помощью кронштейна, неподвижно устанавливаемого на верхней части рамы, оборудовалось сигнально-контактное устройство. Заряженный бак при помощи цепочки, имеющей одно или несколько звеньев из легкоплавкого металла, устанавливался в наклонном положении. Один конец легкоплавкой цепочки прикреплялся к корпусу бака, а другой - к одному из пружинных, рычажных контактов сигнализационного устройства. В таком положении бак, стремясь опрокинуться крышками вниз, держал цепочку в натянутом положении, при котором цепочка оттягивала один контакт от другого.

В случае возникновения пожара расплавлялось легкоплавкое звено цепочки. Бак, не сдерживаемый цепочкой во взведенном состоянии на своей оси, опрокидывался крышками и смесительной камерой вниз. При таком положении бака пенообразующие растворы, лишь слегка прикрытые в своих отделах легкопадающими крышками, выливались в смесительную камеру, преобразуясь в пену, которая под давлением выделяющейся при этом углекислоты компактной массой покрывала горящую поверхность. Освобожденный вследствие разрыва цепочки контакт занимал свое первоначальное положение сомкнувшись (или разомкнувшись) с другим контактом. При этом приемно-контрольный прибор выдавал звуковой и световой сигналы и одновременно сигнализировал о работе пенной установки.

Пенные спринклерные установки выпускались в двух вариантах: по так называемой однопроводной и двухпроводной схеме. И те и другие действовали под давлением сжатых газов.

Примером *однопроводной пенной спринклерной установки* может служить установка, разработанная инженером Богословским. Установка состояла из двух баков (величины которых определялись размерами защищаемого помещения). Один бак предназначался для щелочно-лакричного, а другой - для слабокислотного раствора. В каждом баке монтировалась сифонная трубка. Концы сифонных трубок вводились в общую смесительную камеру. Питающий трубопровод соединял нижнюю часть смесительной камеры и распределительную сеть со спринклерными оросителями. На питающем трубопроводе (недалеко от смесительной камеры) устанавливался сигнальный манометр. Установка снабжалась компрессором (или баллонами с жидкой двуокисью углерода), который соединялся с помощью трубо-

Управление техническими системами

проводов с верхними частями баков, с щелочно-лакричным и слабокислотным растворами, и с верхней частью смесительной камеры. На этом трубопроводе устанавливались манометры, контролирующие создаваемое в установке компрессором давление (от 0,2 до 0,4 МПа).

При возникновении пожара срабатывал спринклер. После этого давление в смесительной камере, распределительной сети, питающем трубопроводе падало до атмосферного. Под действием оставшегося неизменным давления в баках щелочно-лакричный и слабокислотный растворы вгонялись в сифонные трубки и по ним поступали и в смесительную камеру. Вступая в смесительной камере в реакцию, растворы превращались в пену, которая под действием давления выделяющейся при реакции углекислоты подавалась в распределительную сеть к оросителям. Как только срабатывал первый спринклер, падало давление в трубопроводе распределительной сети и питающем трубопроводе. В этом случае срабатывал сигнальный манометр, замыкались электрические контакты сигнализационного устройства и выдавались звуковой и световой сигналы о возникновении пожара. Полученная таким образом пена имела низкую кратность.

Для получения пены более высокой кратности использовалась *двухпроводная спринклерная установка*. В установках данного типа, как и в однопроводных, имелся запас пенообразующих растворов, которые наливались в два бака одинаковой емкости. Растворы подавались по отдельным трубопроводам до самых спринклерных головок (или иных смесительных устройств). Растворы вытеснялись из баков в трубопроводы с помощью сифонных трубок под давлением сжатых газов (воздуха или двуокиси углерода), поступающих в баки от компрессорных установок (или от баллонов с сжатым воздухом или двуокисью углерода). До начала работы трубопроводы установки заполнялись газом от компрессорных установок (или от баллонов с двуокисью углерода), причем давление газов в трубопроводах и давление на растворы в баках устанавливалось одинаковым. Смешивание растворов, образование пены и ее разбрызгивание происходило с помощью специальных смесительных устройств - пенных спринклеров. Применяемые пенные спринклеры можно разделить на три типа: устройства, в которых растворы встречались и перемешивались; устройства, в которых растворы встречались на ходу; устройства, с помощью которых растворы смешивались свободно - в воздухе.

Примером первого устройства может служить спринклерная головка конструкции Богословского. Эта головка представляла собой металлический шар с

Управление техническими системами

отверстиями. Внутри этого шара имелись два металлических полушария, располагавшиеся своими краями на некотором расстоянии друг от друга. Внутри головки вводились трубопроводы для подачи щелочного и кислотного растворов. Отверстия труб внутри головки закрывались клапанами, которые удерживались в прижатом состоянии с помощью замка, состоящего из двух шарнирно соединенных коленчатых рычагов. Длинные концы рычагов притягивались друг к другу при помощи специального металлического хомута, спаянного сплавом Вуда. Короткие концы рычагов обеспечивали закрывание клапанов.

При возникновении пожара расплавлялся легкоплавкий припой и распались пластины хомута. Концы рычагов (нестягиваемые хомутом) расходились в стороны. Клапаны, закрывающие трубы под действием давления растворов, открывались. Растворы устремлялись во внутреннюю часть пенной головки и начинали смешиваться сначала в пространстве между глухими полушариями, а затем в концентрическом пространстве между наружной шаровой поверхностью головки и полушариями. Образующаяся при этом пена через отверстия в шаровой поверхности головки поступала в очаг пожара.

Так как при этом способе образования внутри шаровой головки пена не проходила длинного пути по трубопроводу, она выходит из аппарата компактной и стойкой.

Примером смесительного устройства второго типа может служить пенный спринклер конструкции Хелуева. Этот спринклер представлял собой двойную медную камеру, состоящую из цилиндрической части и кольцевой части, охватывающей цилиндрическую. Двойная медная камера имела два входных отверстия.

Одно отверстие вело в центральную цилиндрическую часть камеры, другое - в кольцевую часть. Через одно отверстие к головке по отдельной трубе подводился щелочно-лакричный, а через другое, также по отдельной трубе, - кислотный раствор. Отверстие в дне центральной части камеры связывало кольцевую и центральную части камеры. Дно кольцевой камеры представляло собой мембрану из тонкого мельхиорового листа с отверстием в центре. Мембрана зажималась ввертываемым снизу в тело головки медным кольцом со стремечком, внизу которого укреплялась разбрызгивательная розетка. Отверстие из центральной части камеры закрывалось стальным шариком, сающимся на слой мягкого металла. Выход из кольцевой части камеры закрывался стеклянным полусферическим клапаном, который поддерживался посредством медной чашечки обычным спринклерным замком. Стеклянный клапан, в свою очередь, поддерживал и прижимал к седлу шариковый клапан. Рассмотренная автоматическая пенная головка вводилась своими

Управление техническими системами

штуцерами в двойной трубопровод автоматической пенной спринклерной установки. При возникновении пожара плавился легкоплавкий сплав Вуда и распадался замок головки.

Открывались и выпадали наружу шариковый и полусферический клапаны. Находящиеся под давлением в трубах пенообразующие растворы устремлялись через отверстия в головке внутрь ее, в центральную и кольцевую камеры, а из них - в общее выходное отверстие из головки. Встретившись на пути к выходному отверстию, растворы в результате быстрого химического взаимодействия превращались в пену, которая, вытекая под давлением через выходное отверстие, ударялась о спринклерную розетку и поступала в очаг пожара.

Примером смесительного устройства третьего типа может служить пенный спринклер системы Богословского. По этой системе для пенообразования могут быть сдвоены спринклеры любого типа (как Гриннеля, так и Линзера). Спринклеры располагались на определенном расстоянии выходными отверстиями друг к другу, неподвижно навинчивались на концы труб, подводящих от центральных баков пенной спринклерной установки пенообразующие растворы и располагавшихся под потолком защищаемого помещения. В вырезы на концах рычагов, плотно прижимающих к седлам клапаны с разбрызгивающими розетками и закрывающих выходные отверстия спринклеров, вводилась длинная медная рейка. К одному концу рейки присоединялась медная пластина, составленная с помощью сплава Вуда из нескольких отдельных частей. В таком состоянии сдвоенные спринклеры представляли собой жесткую систему, хорошо перекрывающую выходные отверстия разводящих труб заряженной пенной спринклерной установки, по которым к спринклерам подводились под определенным давлением пенообразующие растворы. В случае действия на сдвоенные спринклеры температуры пожара плавился и распадался замок спринклеров. Под давлением находящихся в спринклерных трубах пенообразующих растворов открывались и отбрасывались закрывающие отверстия спринклеров клапаны. Выбрасываемые из отверстий спринклеров щелочно-лакричный и кислотный растворы с силой ударялись о розетки спринклеров, разбрызгивались и конусообразной массой устремлялись навстречу друг другу. Сталкиваясь и смешиваясь в воздушном пространстве, щелочно-лакричные и кислотные капли жидкости вступали в химическую реакцию и образующаяся при этом пена поступала в очаг пожара. Получаемая таким образом пена не проходила сквозь узкие каналы труб, не сминалась и не деформировалась, что обеспечивало ее максимальный огнетушащий эффект.

Управление техническими системами

В 1936-1937 гг. был создан ряд пенообразователей для получения воздушно-механической пены, в том числе пенообразователь ПО-1 на основе керосинового контакта (в настоящее время снят с производства). В 1948-1951 гг. был разработан пенообразователь ПО-6 на основе нейтрализованного гидролизата технической крови крупного рогатого скота, который применяли до 1974 г. В 60-70-е гг. были созданы новые пенообразователи: ПО-2А (с использованием серийно выпускаемого моющего средства типа «Прогресс»), который представляет собой смесь акилсульфатов натрия на основе серно-кислых эфиров вторичных спиртов (содержание активного вещества до 30 %); ПО-1Д (на основе 26-29%-ного раствора рафинированного алкиларилсульфоната, состоящего из смеси натриевых солей алкиларилнефтяных сульфокислот); ПО-3А (на основе моющего средства «Типол»), представляющий собой водный раствор натриевых солей, вторичных алкилсульфатов с содержанием 26-27 % активного вещества; ПО-6К - водный раствор нефтяных сульфокислот различного строения (содержание активного вещества 31-34 %); ПО-1С, предназначенный для тушения полярных жидкостей и представляющий собой пасту, приготовленную из рафинированного алкиларилсульфоната, альгината натрия и синтетического жирного спирта с длинной цепью (хранение пасты в водных растворах не допускается; перед применением она должна быть разбавлена водой на 88-89 %).

В конце 70-х - начале 80-х гг. ВНИИПО МВД СССР разработал серию новых высокоэффективных пенообразователей, среди которых ПО-3АИ («ИВА» - ингибированные вторичные алкилсульфаты) на основе сланцевых поверхностно-активных веществ (ПАВ) того же состава, что и ПО-3А. Пенообразователь понижает коррозионную активность материалов, биологически растворим (последнее очень важно с точки зрения борьбы с загрязнением окружающей среды), из него можно получить пену любой кратности (при 3%-ной концентрации водного раствора). Пенообразователь «САМПО» (принятое сокращение означает: С - спирт; А - алкил; М - мочевины, ПО - пенообразователь) создан также на основе ПАВ сланцевого происхождения, ингибированных специальными добавками, что делает его биологически растворимым. Он также обеспечивает пониженную коррозионную активность материалов, из него получают высокостойкую пену любой кратности; им можно тушить горящий ацетон. Антикоррозионными свойствами обладает пенообразователь ПО-1ДИ, им можно тушить ацетон.

Управление техническими системами

Пенообразователь «ФОРЭТОЛ» выпускался по ТУ 60-270-84 и состоял из полиакриловой кислоты; перфторированного ПАВ, акрилсульфатов и ингибитора коррозии. Концентрация его раствора 10 %, предназначался для тушения спиртов.

Морозостойкие пенообразователи «Морозко» (ТУ 38-10969-83) и «Полюс» (ТУ 38-3026-83) рассчитаны на применение при температурах соответственно -30 и -50 °С.

В 50-х гг. за рубежом появились автоматические установки воздушнопенного тушения. В Англии были применены воздушно-пенные автоматические установки тушения пожаров в закалочных ваннах. Более совершенные пенные спринклерные установки появились в Англии для пожарной защиты нефтеперерабатывающих заводов, в Германии и Швеции - для пожарной защиты ангаров, эллингов и т. п. В этих установках использовались дозирующие устройства в виде резервуаров с пенообразователем и промежуточной «буферной» жидкостью, которая играла роль поршня при вытеснении пенообразователя водой. Такие дозирующие устройства чрезвычайно неудобны в эксплуатации, так как для вытеснения пенообразователя требуют подачи воды в резервуар с малой скоростью, что существенно ограничивает сферу их применения. Кроме того, используемые в этих устройствах генераторы пены орошают малые площади (9-12 м) и работают в ограниченном диапазоне давлений.

В 1963 г. во ВНИИПО МВД СССР были разработаны более совершенные автоматические установки пенного пожаротушения спринклерного и дренчерного типов. В последующие годы (1965-1980 гг.) во ВНИИПО МВД СССР создаются установки пенного тушения для угольных шахт, кабельных туннелей, ангаров, маслоэкстракционных цехов, трансформаторов, резервуаров, многостеллажных складов, газокompрессорных станций. ВНИИПО МВД СССР и Специальная научно-исследовательская лаборатория ВНИИПО МВД СССР создают аппаратуру и установки с использованием воздушно-механической пены кратностью до 1000, а также запатентовали изобретение на применение пены с хладоновым наполнением. Установки пенного пожаротушения составляют 34 % от общего количества установок пожаротушения.

Впервые идея тушения пожаров с помощью инертных газов была высказана П. Шумлянским в работе «Дополнение к сочинению о способах против пожара», изданной в 1819 г. Метод газового тушения (в том числе и с помощью двуокиси углерода) был научно обоснован русским инженером-технологом М. Колесником-Кулевичем в книге «О противопожарных средствах» (1888 г).

Управление техническими системами

Однако первые попытки применения инертных газов в стационарных установках относятся лишь к началу XX в. Огнетушащая эффективность дымовых газов азота, двуокиси углерода, сернистого газа была сравнительно невысокой из-за разбавления продуктов реакции в зоне горения. В 20-х гг. был найден способ повышения эффективности двуокиси углерода благодаря переводу части ее (около 30-40 %) в снегообразное состояние. В этот период времени двуокись углерода применялась лишь для защиты судов и электродвигателей.

В 30-х гг. в ряде стран были разработаны новые огнетушащие средства на основе галоидопроизводных углеводородов. В числе первых соединений этого класса были бромистый метил и четыреххлористый углерод. Их огнетушащий эффект основывался на ингибировании пламени, т. е. на химическом торможении реакции горения. Первыми автоматическими устройствами с использованием бромметила были стационарные бромметилловые огнетушители французской фирмы «Автоматик». Данный огнетушитель подвешивался за кольцо над подлежащим охране объектом: карбюратором мотора, трансформатором. В качестве побудителя в них использовался спринклер (рассчитанный на температуру вскрытия в среднем около 100 °С). Спринклер ввертывался в горловину, установленную на дне огнетушителя. Огнетушители выпускались емкостью 0,25-5 л и более.

Автоматические огнетушители с четыреххлористым углеродом получили наибольшее распространение для защиты автомобилей и самолетов. В качестве устройства, обеспечивающего вытеснение четыреххлористого углерода из емкости, в них использовался баллончик с углекислотой. Баллончик имеет механический привод ударного действия. Огнетушители данного типа выпускались русским заводом «Огнетушитель».

Автоматические огнетушители «Тетра-Инимакс» и «Авто-Минимакс» отличались от рассмотренных выше тем, что для выбрасывания четыреххлористого углерода в них использовались как жидкие щелочно-кислотные патроны, так и сухие (патроны служили для образования газообразной углекислоты, вытесняющей четыреххлористый углерод).

Автоматическая установка системы «Филякс», которая применялась для защиты самолетов, имела уже систему обнаружения пожара. Данная система состояла из температурной головки, патрон которой, благодаря быстрому испарению находящегося в нем вещества, в случае пожара обеспечивал резкое повышение давления. Под действием высокого давления срабатывал пороховой патрон, от взрыва которого перемещался ударник. Ударник разбивал колбу с серной кислотой

Управление техническими системами

в сухом щелочно-кислотном патроне. Образовавшийся углекислый газ вытеснял четыреххлористый углерод из емкости. При взрыве порохового патрона включилось сигнальное устройство, и пилот немедленно узнавал о пожаре в двигательном отсеке самолета.

Для защиты электрических генераторов Гострест «Спринклер» применял автоматические стационарные установки углекислотного тушения следующей конструкции. Установка состояла из шести установленных на весах и соединенных последовательно углекислотных сифонных баллонов с вентилями пробивного действия. Часть баллонов использовалась для мгновенного, а часть для замедленного действия. При возникновении пожара срабатывал тепловой извещатель, на табло загорался сигнал «Пожар» с указанием места возникновения. Затем срабатывало реле, обеспечивающее подачу углекислоты в соответствующем направлении, освобождался груз, который, падая, открывал вентиль на соответствующем ответвлении. После этого срабатывало главное реле на распределительном устройстве и освобождался рычаг, удерживающий во взведенном состоянии груз, который, падая, переворачивал ртутник (действовал по принципу переливания ртути через малое отверстие из одного отделения в другое и замыкания контактов). Далее срабатывало электромагнитное реле на вентиле каждого баллона с двуокисью углерода, освобождались грузы, которые, падая, приводили в действие трубчатые ударники, прорезавшие мембраны вентиля и открывавшие выход из баллонов углекислоты. К моменту, когда опорожнялись баллоны мгновенного действия и тушился пожар, перевернувшийся ртутник приводил в действие реле баллонов замедленного действия, которые последовательно, с промежутками времени, открывали баллоны. Двуокись углерода выходила из баллонов в течение продолжительного времени, поступала к затушенному генератору и охлаждала его. Таким образом данная установка обеспечивала тушение и охлаждение генераторов на ходу без их отключения.

Несмотря на более высокую огнетушащую эффективность, бромметил и четыреххлористый углерод не смогли вытеснить двуокись углерода из-за своей токсичности и коррозионности. Поэтому во многих странах, вплоть до окончания Второй мировой войны, суда, самолеты и промышленные объекты защищались в основном установками с двуокисью углерода. Однако в ходе Второй мировой войны стала очевидной недостаточная эффективность двуокиси углерода и остро встал вопрос о разработке новых, более совершенных средств тушения. В 1943 г. в Германии был разработан рецепт огнетушащего состава с условным названием «СВ»,

Управление техническими системами

основным компонентом которого являлся хлорбромметан. По огнетушащей эффективности он в несколько раз превосходил двуокись углерода. После разгрома фашистской Германии США, Англия, захватив патенты немецких фирм, наладили у себя производство огнетушащих веществ на основе хлорбром-метана.

В СССР группа сотрудников под руководством Н. И. Мантурова в 1945-1960 гг. разработала целую серию высокоэффективных средств тушения на основе смесей бромэтила и бромметилена с углекислотой: УНД, «3,5», «7», БМ, БФ-1, БФ-2 и др.

Достоинство галоидированных углеводородов не только в повышенной огнетушащей эффективности, но и в возможности использования их для тушения тлеющих материалов, поскольку они обладают хорошей смачивающей способностью. Кроме того, эти составы, имея низкие температуры замерзания, могут применяться для тушения пожаров в условиях Крайнего Севера.

В начале 70-х гг. во ВНИИПО МВД СССР была разработана еще одна группа весьма эффективных средств тушения: хладон 114В2, смесь хладона 114В2 и хладона 13В1, углекислотно-хладоновый и азотно-хладоновый составы, а также был найден способ эффективного использования жидкого азота.

В автоматических установках газового и аэрозольного пожаротушения (УГАПТ) используются обычно 40-литровые транспортные баллоны. Это неудобно с точки зрения эксплуатации и приводит к значительному увеличению металлоемкости установок. ВНИИПО МВД СССР предложил установку с использованием двуокиси углерода при пониженном давлении (около 2 МПа) и отрицательной температуре (-20 °С), хранящейся в крупногабаритных изотермических емкостях вместимостью 1000-3000 кг. Применение данных установок весьма перспективно как с точки зрения эффективности и экономичности тушения пожаров, так и по соображениям защиты окружающей среды (многократно уменьшены утечки CO₂ в воздух помещений, а затем в атмосферу). Кроме большой металлоемкости, баллонные газовые установки имеют ряд недостатков, среди которых главные - сложность схемного решения, необходимость разветвленных коммуникаций, что делает их недостаточно надежными. В конце 70-х гг. на Московском экспериментальном заводе «Спецавтоматика» налажен выпуск упрощенных автоматических установок газового пожаротушения с пневматическим пуском (УАГП) и электропуском (БАГЭ). В начале 80-х гг. ВНИИПО МВД СССР разработал, а Ждановский механический завод с 1986 г. начал серийный выпуск установок автоматического пожаротушения УАП-А (автономного действия с термоприводом в виде спринклерной головки) и УАП-М

Управление техническими системами

(модульный вариант объемного тушения с электропуском). Эти установки представляли собой малогабаритные емкости (на 5,8 и 16 л), заряжаемые хладонами или порошковыми составами. Упрощению схемно-конструктивных решений и повышению надежности УГАПТ посвящены и некоторые разработки сотрудников кафедры пожарной автоматики Академии ГПС МЧС России.

Калининским СКБ «Спецавтоматика» разработана малогабаритная хладонная батарея УФМ-14М, выпускаемая Одесским экспериментальным заводом «Спецавтоматика» и предназначенная для небольших по объему помещений (до 60 м³) - вычислительных и информационно-вычислительных центров, научно-исследовательских учреждений, музеев и других объектов.

Наибольшее распространение УГАПТ получили в ряде пожароопасных отраслей промышленности (около 80 % от общего количества), на объектах энергетики (около 9 %), в музеях (около 1 %).

По виду огнетушащего вещества УГАПТ характеризуются следующими данными: двуокись углерода - 37,6 %; хладон 114В2 - 9,6 %; азот - 2,5 %; аргон - 0,5 %.

Как показали наблюдения, хлор, фтор и бром, входящие в состав хладонов, оказывают разрушающее воздействие на озоновый слой Земли. В связи с этим, в 1987 г. был подписан Монреальский протокол, ограничивающий применение хладонов. Для уменьшения влияния хладонов на озоновый слой Земли проводятся работы по его замене. Эти работы идут в двух направлениях:

- синтез веществ того же класса - хлорфторуглеводородов, обладающих низким озоноразрушающим действием;
- поиск составов на основе известных огнетушащих веществ, обладающих необходимой совокупностью огнетушащих и эксплуатационных характеристик.

Одним из таких веществ является гексафтористая сера (гексафторид серы), или элегаз (8P₆). От большинства остальных галогенидов серы 8P₆ отличается своей исключительной химической инертностью, обусловленной его структурой.

Другим классом огнетушащих веществ, альтернативных хладонам, являются аэрозолеобразующие составы (АОС). Аэрозолеобразующие составы используются в установках аэрозольного пожаротушения.

Автоматическая установка аэрозольного пожаротушения состоит из устройства пожарной сигнализации (УПС), одного или более генераторов огнетушащего аэрозоля (ГОА) в зависимости от объема защищаемого помещения и соединительных линий. Принцип действия УАПТ данного типа состоит в следующем: при срабатывании извещателей пожарной сигнализации подается командный импульс на

Управление техническими системами

блок управления, который вырабатывает сигнал запуска ГОА. При этом происходит срабатывание исполнительного устройства, которое инициирует заряд аэрозоль-образующего состава. При горении АОС образуется высокодисперсный аэрозоль, состоящий из твердых частиц и инертных газов, который заполняет объем защищаемого помещения и длительное время (до 30-40 мин) находится во взвешенном состоянии. При этом концентрация кислорода в объеме защищаемого помещения снижается незначительно (на 1-3 %). Основное огнетушащее действие на пламя оказывают твердые частицы аэрозоля, высокая огнетушащая эффективность которых определяется их мелкодисперсным состоянием и специально подобранным составом. Аэрозоль после тушения удаляется вентилярованием с помощью precisely-вытяжной вентиляции, а налет частиц, осевших на поверхностях, - пылесосом и влажной уборкой (при необходимости).

Исторические документы содержат сведения о случаях применения порошковых средств тушения пожаров еще более 200 лет тому назад. В 1770 г. артиллерийский полковник Рот потушил пожар в магазине г. Эсслинген (Германия), забросив в помещение бочку, начиненную алюминиевыми квасцами и содержащую пороховой заряд. При взрыве заряда бочка разрушилась, квасцы распылились и вместе с продуктами сгорания пороха потушили пожар.

Взрывной способ распыления порошка впоследствии (в конце XVIII и в течение XIX в.) использовался многими изобретателями при создании различного рода огнетушащих приспособлений с дистанционным приведением в действие. Однако научное обоснование применения порошковых составов как средств тушения впервые было дано русским инженером-технологом М. Колесником-Кулевиным в работе «О противопожарных средствах» (1888 г.). Идея порошкового пожаротушения была практически реализована в России в конце 90-х гг. XIX в. в виде автоматического огнетушителя под названием «Пожарогас», созданного Н. Б. Шефталем. Этот огнетушитель представлял собой шестигранную картонную коробку, которая наполнялась огнетушащими веществами (двууглекислой содой, квасцами или сернокислым аммонием, с примесью к ним до 10 % инфузорной земли и такого же количества асбестовых очесок). Внутри коробки вставлялся картонный стакан, в который помещался спрессованный из нескольких слоев бумаги полый картонный патрон, имеющий стенки толщиной до 2 см. Стакан заполнялся солями с им примесями. Патрон наполнялся пороховой массой (до 800 г.). От пороховой массы на верхнее днище огнетушителя выводился бикфордов шнур, который оканчивался пороховой ниткой.

Управление техническими системами

Пороховая нитка закрывалась особым картонным футляром, который был забандеролен и имел ленту для быстрого срывания футляра и обнажения пороховой нити. Бикфордов шнур (фитиль) изолировался от окружающих его солей плотной картонной трубкой, причем шнур на всем своем протяжении внутри изоляционной трубки соединялся с тремя-четырьмя хлопущками.

«Пожарогас Шефталя» изготовлялся трех объемов: на 8, 6, 4 кг солей. В случае необходимости применения огнетушителя при помощи ленты быстро срывали изолирующий пороховую нить картонный футляр, обнажали и поджигали нить, а огнетушитель бросали через открытую дверь или окно в горящее помещение.

В последующих конструкциях «Пожарогаса» прибор разделялся вертикальными картонными перегородками на 6 ячеек. Ячейки заполнялись различными огнетушащими веществами в целях лучшего их взаимодействия в момент использования огнетушителя. Идеи, положенные в основу «Пожарогаса», получили дальнейшее развитие в конструкции сухого спецогнетушителя ЦНИПЛ. Сухой спецогнетушитель ЦНИПЛ представлял собой сухой, безопасный огнетушитель мгновенного действия, который состоял из картонного корпуса - бомбы, заполненной сухой огнетушащей смесью соды, песка и извести; пиротехнического заряда, состоящего из картонного герметического цилиндра, находящегося в середине бомбы и снаряженного пороховой смесью; запального приспособления - бахромки из киноплёнки, очищенной от эмульсии. Запальное приспособление соединялось с пиротехническим зарядом посредством картонной трубки, внутри которой была проложена стопиновая нить. Для защиты бахромки от повреждений на нее надевали картонный колпачок. Огнетушитель имел деревянную ручку и металлический стержень (служил остовом корпуса).

Взрыв бомбы происходил от соприкосновения бахромки с пламенем. Бахромка при этом загоралась и поджигала стопиновую нить, от которой, в свою очередь, воспламенялась пороховая смесь пиротехнического заряда. Под действием давления, образующегося при взрыве пороховых газов, корпус огнетушителя разрывался, и огнетушащая смесь разбрасывалась. Силой взрыва сбивалось пламя с горячей поверхности и огнетушащая смесь засыпала тонким слоем горящую поверхность.

На смену «Пожарогасу» пришли переносные и перевозные огнетушители «Тайфун-Гигант», промышленный выпуск которых был начат в СССР в 1924 г. В огнетушителях типа «Тайфун» порошок выбрасывался в очаг пожара с помощью двуокиси углерода, которая подавалась из баллона, смонтированного на корпусе

Управление техническими системами

огнетушителя. Заряд переносного огнетушителя «Тайфун» составлял 45 кг порошка бикарбоната натрия, а в «Тайфуне-Гиганте» - 90 кг.

Бурное развитие в 50 - 60-х гг. XX в. таких отраслей промышленности, как химическая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая, привело к появлению множества веществ (щелочные металлы, кремний и металлоорганические соединения, сжиженные газы, полярные жидкости: спирт, ацетон и др.), тушение пожаров которых традиционными огнетушащими средствами (вода, пена, газ) не давало требуемого эффекта, а в ряде случаев было просто невозможным. Поэтому во многих странах вновь вернулись к порошковому пожаротушению. С середины 50-х гг. и по настоящее время в Англии, Германии, Франции, США, Италии, России и в ряде других стран были разработаны и запатентованы многие десятки рецептов порошковых составов. В середине 60 - начале 70-х гг. во ВНИИПО МВД СССР на основе различных порошковых составов были созданы ручные огнетушители («Спутник», «Турист», «Момент», ОП на 1, 2, 5 и 10 кг порошка), а также передвижные огнетушители СИ-120, ОПП-100 и ОПП-250 (цифры обозначают массу порошка в килограммах).

В конце 60-х гг. М. Н. Исаевым были проведены исследования транспортировки и распыления порошка с помощью стационарной установки с автоматическим приводом. По результатам исследований были разработаны методики расчета и рекомендации по проектированию установок порошкового пожаротушения. На основе исследований, проведенных в ВИПТШ МВД СССР, была разработана методика расчета распределительной сети для помещений большой высоты. В 1983 г. Ждановский механический завод начал серийный выпуск автоматического порошкового огнетушителя типа ОПА, разработанного Киевским филиалом ВНИИПО МВД СССР. Здесь же были освоены и модульные установки на базе огнетушителя ОПА-100.

ВНИИПО МВД СССР совместно с Институтом химической физики АН СССР и Ворошиловградским машиностроительным ПТИ в середине 70-х гг. разработал автоматическую систему локального пожаротушения порошком. Во ВНИИПО МВД СССР были разработаны также малогабаритные автоматические установки порошкового тушения УАП-А (автономного действия) и УАП-М (модульные), которые с 1986 г. выпускались Ждановским механическим заводом.

В 90-х гг. РАО Газпром «Кубаньгазпром» начат выпуск автоматической установки пожаротушения АУПТ-2М. Установка предназначалась для тушения горящих жидкостей и газов и электроустановок под напряжением (до 1000 В) на объектах

Управление техническими системами

народного хозяйства (кроме веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха). В качестве огнетушащего вещества в установке использовался порошок Пирант-А в количестве (70 ± 4) кг.

Впервые идея тушения пожаров водяным паром была научно обоснована в работе русского инженера-техника М. Колесника-Кулевича. В 1900 г. инженер И. А. Вермишев впервые организовал опыты по тушению горящей нефти испаряющейся (кипящей) водой. Еще в 1893 г. во время пожара на нефтепромысле он заметил «вскипание» нефти в открытом нефтяном «амбаре», на дне которого хранилась вода. «Вскипавшая» нефть перелилась через обваловку «амбара» и потухла. Заинтересовавшись этим явлением, И. А. Вермишев провел многочисленные опыты по тушению горящей нефти водой, в результате которых он пришел к выводу, что наибольший эффект тушения достигается при вскипании воды и превращении ее в пар. Его доклад «Применение кипящей воды для тушения пожара» был одобрен Одесским отделением Русского технического общества, а особая комиссия провела ряд опытов и подтвердила выводы И. А. Вермишева. Результаты своих опытов И. А. Вермишев представил на суд выдающегося русского химика Д. И. Менделеева, который отнесся к ним весьма одобрительно. В ноябре 1900 г. в Петербурге были проведены опыты по тушению горящей нефти сплошными водяными распыленными струями, а также кипящей водой. Опыты подтвердили результаты, полученные И. А. Вермишевым.

Однако пар для тушения пожаров начал применяться позже и прежде всего на судах. На промышленных объектах тушение пожаров паром стало использоваться с середины 20-х гг. главным образом на мукомольных и овообдирочных заводах Урала и Зауралья. В журнале «Советское мукомолье и хлебопечение» (1931 г., № 8) инженер В. И. Войнов описывал существовавшие в то время установки пожаротушения и натурные опыты по тушению пожара водяным паром, а также дал приближенную методику расчета установок.

Наиболее систематизированные сведения об установках паротушения содержались в книгах Ф. М. Михайлова «Передвижные и стационарные химические огнетушители» (1933 г.) и М. Н. Вассермана «Стационарные системы огнетушения» (1933 г.).

Первые отечественные нормативные документы, регламентирующие применение водяного пара для тушения пожаров, появились в конце 30-х гг. и распространялись на защиту судов и объектов нефтеперерабатывающей промышленности.

Управление техническими системами

Тушение паром осуществлялось с помощью паровой установки по системе Балаева. Эта установка применялась для тушения горячей смеси олифы с канифолью и керосином, которая находилась в открытом резервуаре диаметром 1,6 м. На верхнем крае резервуара укреплялась кольцевая труба диаметром 38 мм, на которой с помощью тройника устанавливались восемь сопел диаметром 38 мм каждый, обращенных отверстиями внутрь резервуара. На выходных отверстиях сопел укреплялись медные пластины, в которых было просверлено шесть отверстий. С помощью парового рукава кольцевая труба соединялась с паровым котлом, из которого в нее направлялся пар. Выходящими из сопел и перекрещивающимися над поверхностью жидкости струями пара горячая жидкость в резервуаре тушилась в течение 12-15 с. Такая техника тушения пожара могла быть применена на целом ряде производств, хранящих в цехах или использующих в открытых резервуарах горючие или легковоспламеняющиеся жидкости и имеющих достаточно мощное паровое хозяйство.

В 50-х и 60-х гг. XX в. нормативы для установок паротушения действовали уже в целом ряде отраслей промышленности, а в 70-е гг. они были включены в инструкцию по проектированию УПА.

3. Классификация, область применения и основные требования к установкам пожаротушения

Управление техническими системами

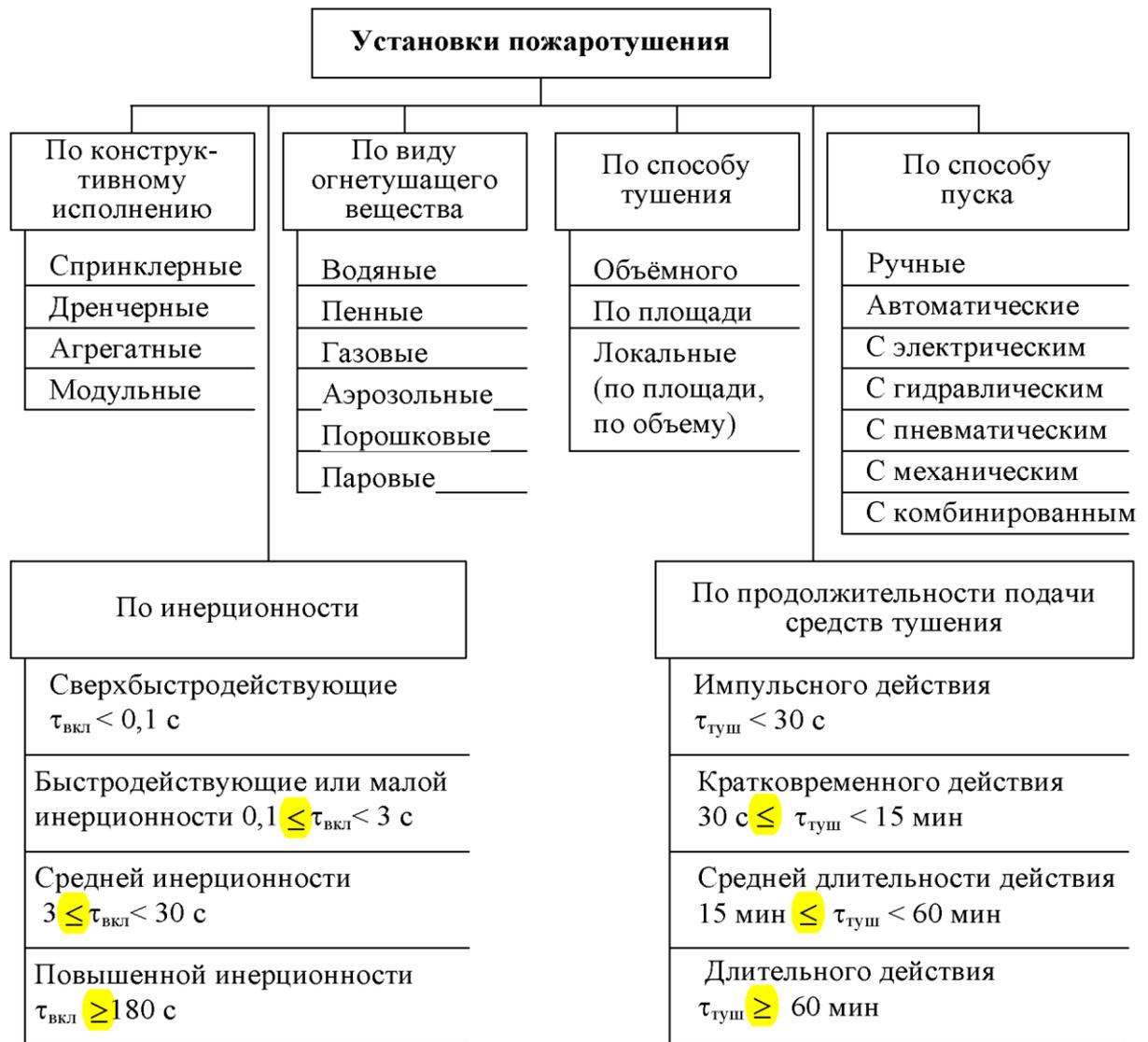


Рис. 1.1. Обобщенная классификация установок пожаротушения

Наибольшее распространение как у нас в стране, так и за рубежом получили установки водяного и пенного пожаротушения. Их доля в общем объеме автоматических установок пожаротушения превышает 80 %. Современные установки водяного пожаротушения позволяют предотвратить крупные пожары, что значительно сокращает материальные потери. Эти установки находят применение в различных отраслях народного хозяйства, используются для защиты объектов, на которых применяются и перерабатываются такие вещества и материалы, как хлопок, лен, древесина, ткани, пластмассы, резина, горючие и сыпучие вещества, а также ряд огнеопасных жидкостей. Эти установки используются также для защиты технологического оборудования, кабельных сооружений, объектов культуры (театров, домов культуры и других аналогичных сооружений).

Управление техническими системами

Установки пенного пожаротушения применяются для защиты технологического оборудования химических и нефтехимических производств, складов и баз нефти и нефтепродуктов, а также других объектов, где в больших количествах применяются легковоспламеняющиеся и горючие жидкости.

Автоматические установки газового и аэрозольного пожаротушения предназначены для защиты помещений, в которых хранятся и перерабатываются огнеопасные жидкости, трюмов кораблей, залов и хранилищ картинных галерей, помещений музеев, архивов, различных электроустановок, находящихся под напряжением, помещений вычислительных центров, а также во всех случаях, когда применение воды или воздушно-механической пены (ВМП) невозможно.

Установки порошкового пожаротушения в зависимости от типа огнетушащего порошка применяются для тушения пожаров классов А, В, С, Д и электроустановок с открытыми токоведущими частями под напряжением до 1000 В. Наиболее эффективно применение этих установок для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей углеводородного ряда, спиртов, эфиров и других продуктов, а также горючих газов (в том числе и в сжиженном состоянии), щелочных, щелочно-земельных металлов и металлоорганических соединений.

Необходимость применения и выбор типа АУП обусловлены уровнем противопожарной защиты конкретного объекта с учетом скорости развития пожара в начальной стадии, экономической целесообразности их применения и оперативно-тактических возможностей пожарных подразделений.

Установки (системы) одновременно с функциями тушения или локализации должны выполнять и функции автоматической пожарной сигнализации.

Установки (системы) должны обеспечивать:

- время срабатывания, меньшее предельно допустимого времени свободного развития пожара (критического времени);
- время действия в режиме тушения, необходимое для ликвидации пожара;
- время действия в режиме локализации, необходимое для прибытия и боевого развертывания оперативных подразделений;
- интенсивность подачи (концентрацию) огнетушащего вещества не ниже нормативной;
- надежность функционирования.

Установки (системы) должны быть оснащены устройствами:

- выдачи звукового и светового сигналов оповещения о пожаре;

Управление техническими системами

- контроля давления (уровня) в заполненных трубопроводах, импульсном устройстве и емкостях, содержащих огнетушащее вещество;
- для ремонта и контроля работоспособности контрольно-пусковых устройств, распределителей и насосов без выпуска огнетушащего вещества из распределительной сети или емкостей, содержащих огнетушащее вещество;
- подачи огнетушащего вещества от передвижной пожарной техники; подвода газа и(или) жидкости для промывки (продувки) трубопроводов и при проведении испытаний;
- монтажа и обслуживания оросителей и трубопроводов при заданной высоте их размещения.

Установки (системы) объемного пожаротушения должны обеспечивать формирование командного импульса:

- на автоматическое отключение вентиляции и перекрытие при необходимости проемов в смежные помещения до начала выпуска огнетушащего вещества в защищаемое помещение;
- на самозакрывание дверей;
- на задержку срабатывания установки на время, необходимое для эвакуации людей, но не менее чем на 10 с.

Сигнал в виде надписи на световых табло «Газ - уходи!» («Пена - уходи!») и звуковой сигнал оповещения должны выдаваться внутри защищаемого помещения. У входа в защищаемое помещение должен включаться световой сигнал «Газ - не входить!» («Пена - не входить!»), а в помещении дежурного персонала - соответствующий сигнал с информацией о подаче огнетушащего вещества.

Установки (системы), кроме спринклерных, должны быть оснащены ручным пуском: дистанционным - от устройств, расположенных у входа в защищаемое помещение, и при необходимости - с пожарного поста; местным - от устройств, расположенных на станции пожаротушения; местным - от устройств, расположенных на запорно-пусковом узле.

Устройства ручного пуска установок (систем) должны быть защищены от случайного приведения их в действие и механического повреждения, и находиться вне возможной зоны горения.

Малоинерционные установки (системы) должны иметь автоматический водопитатель, обеспечивающий работу установки с расчетным расходом воды (раствора пенообразователя) до выхода основного водопитателя на рабочий режим.

Управление техническими системами

Установки (системы) пенного пожаротушения должны быть обеспечены устройствами для приготовления раствора или автоматического дозирования пенообразователя, предотвращения попадания пенообразователя (раствора пенообразователя) в сети водопроводов питьевого и производственного назначения, а также емкостями для слива пенообразователя (раствора пенообразователя) из трубопроводов и распределительной сети.

Установка (система) пенного пожаротушения должна иметь 100%-ный резерв пенообразователя.

При использовании в установках газового пожаротушения в качестве огнетушащего вещества диоксида углерода и составов, аналогичных по увеличению объема при фазовом переходе, в защищаемых помещениях должны быть предусмотрены легкобрасываемые конструкции, площадь которых определяется проектом.

Установки газового пожаротушения должны быть обеспечены устройствами контроля массы огнетушащего вещества.

ЛЕКЦИЯ

по теме 1.2.1. Автоматические установки водяного пожаротушения

ВОПРОСЫ

1. Назначение, устройство и работа установок водяного пожаротушения: 1.1. Функциональная схема и режимы функционирования водяных АУП.

1.2. Спринклерные и дренченые установки, их виды, схемы, принципы действия, область применения.

1.3. Конструктивные особенности элементов и узлов водяных АУП. 1.4. Оросители, узлы управления, водопитатели, устройства для хранения огнетушащего вещества, приборы контроля, клапаны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабуринов В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. –298 с. (с. 25-42).

1. Назначение, устройство и работа установок водяного пожаротушения:

1.1. Функциональная схема и режимы функционирования водяных АУП

Управление техническими системами

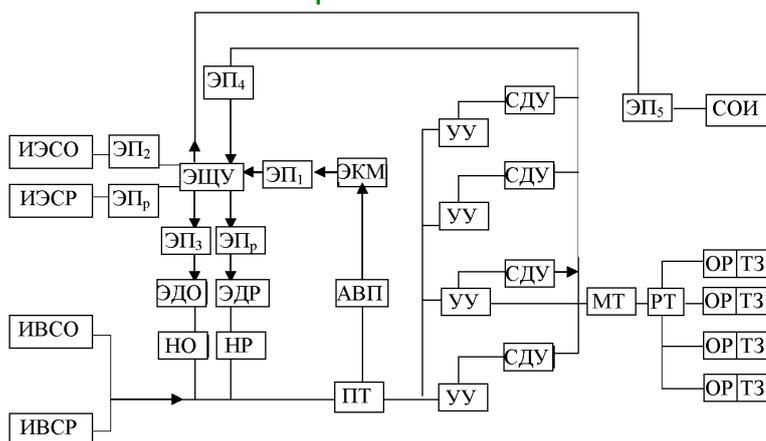


Рис. 2.1. Структурная блок-схема спринклерной установки водяного пожаротушения:
 ТЗ – тепловой замок спринклера; ОР – ороситель (спринклер); РТ – распределительный трубопровод;
 МТП – магистральный трубопровод; УУ – узел управления; ПТ – питательный трубопровод;
 АВП – автоматический водопитатель; ЭКМ – электроконтактный манометр; ЭП₁ – электропровода,
 соединяющие ЭКМ с электрическим щитом управления (ЭЩУ); ИЭСО – основной источник
 электроснабжения; ИЭСР – резервный источник электроснабжения; ЭП₂ – электропровода,
 соединяющие ЭЩУ с ИЭСО и ИЭСР; ЭП₃ – электропровода, соединяющие ЭЩУ с основным
 электродвигателем ЭДО; ЭДР – резервный электродвигатель; ЭП_р – электропровода резервных
 цепей управления; НСО – основной насос; НСР – резервный насос; ИВСО (ИВСР) – основной
 (резервный) источник водоснабжения; СДУ – сигнализатор давления универсальный; ЭП₄ –
 электропровода, соединяющие СДУ со щитом управления ЭЩУ; ЭП₅ – электропровода,
 соединяющие ЭЩУ с системой оповещения и информации

На рис. 2.1 представлена структурная блок-схема одного из типов водяных установок пожаротушения - спринклерной установки.

Установки пожаротушения имеют следующие режимы работы: дежурный режим, режим тушения пожара, режим технического обслуживания, режим ремонта и режим нахождения в состоянии «отказ».

1.2. Спринклерные и дренчерные установки, их виды, схемы, принципы действия, область применения

По принципу действия установки водяного пожаротушения подразделяются на спринклерные и дренчерные. Они получили свое название от английских слов (брызгать, моросить) и drench (мочить, орошать).

Спринклерные установки предназначены для обнаружения и локального тушения пожаров и загораний, охлаждения строительных конструкций и подачи сигнала о пожаре.

Дренчерные установки служат для обнаружения и тушения пожаров по всей защищаемой площади, а также для создания водяных завес.

Спринклерная установка водяного пожаротушения, представленная на рис. 2.2 работает следующим образом.

Управление техническими системами

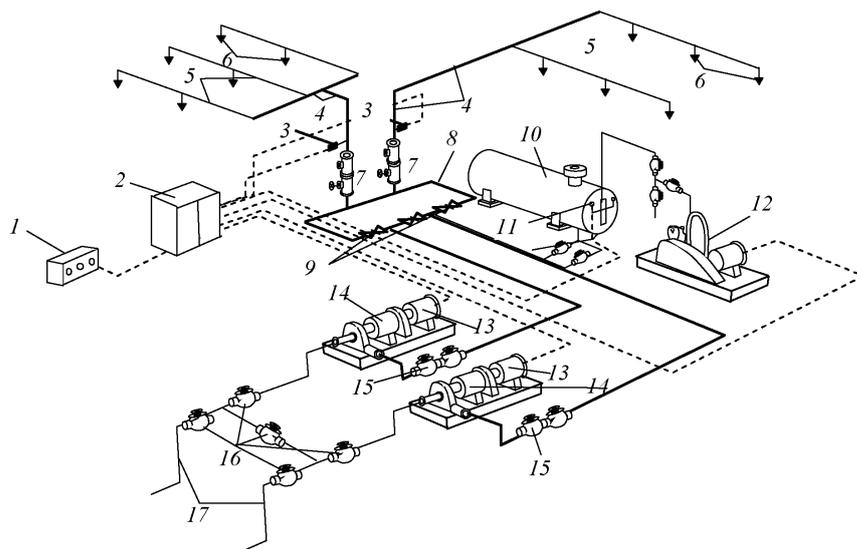


Рис. 2.2. Принципиальная схема спринклерной установки водяного пожаротушения:
 1 – приемно-контрольный прибор; 2 – щит управления; 3 – сигнализатор давления СДУ;
 4 – питающий трубопровод; 5 – распределительный трубопровод; 6 – спринклерные оросители; 7 – узел управления; 8 – подводящий трубопровод; 9, 16 – нормально открытые задвижки; 10 – гидропневмобак (импульсное устройство);
 11 – электроконтактный манометр; 12 – компрессор; 13 – электродвигатель;
 14 – насос; 15 – обратный клапан; 17 – всасывающий трубопровод

В дежурном режиме спринклерная установка находится под давлением, создаваемым импульсным устройством 10. При возникновении пожара вскрывается тепловой замок спринклерного оросителя 6. Распыленная вода из распределительной сети 5 через спринклеры подается в очаг пожара. Давление в питающем трубопроводе 4 падает, срабатывает контрольно-сигнальный клапан узла управления 7, пропуская воду в распределительную сеть установки. Вода в начальный период поступает к узлу управления от импульсного устройства 10. При срабатывании клапана в узле управления вода поступает и к сигнализатору давления (СДУ) 3. Электрический импульс от СДУ подается на щит управления и контроля 2, обеспечивающего включение насоса 14 и подачу сигнала тревоги о возникновении пожара и срабатывании установки. Электроконтактные манометры (ЭКМ) 11, установленные на импульсном устройстве 10, предназначены для формирования сигнала об утечке (падении давления) воды (воздуха), а в отдельных случаях - для обеспечения включения насоса.

Спринклерные установки водяного пожаротушения в зависимости от температуры воздуха в защищаемых помещениях бывают: водозаполненные - для помещений с минимальной температурой воздуха 5 °С и выше; воздушные - для неотапливаемых помещений зданий, с минимальной температурой воздуха ниже 5 °С.

В случае, когда питающая и распределительная сеть спринклерной установки заполнена воздухом, при срабатывании оросителя из сети выходит воздух,

Управление техническими системами

давление в ней падает, а далее работа установки происходит аналогично водозаполненной установке.

Автоматическое включение дренчерных установок осуществляют от побудительной системы с тепловыми замками или спринклерными оросителями, от автоматических пожарных извещателей, а также от технологических датчиков.

Работа дренчерной установки водяного пожаротушения, схема которой представлена на рис. 2.3, осуществляется следующим образом.

В дежурном режиме побудительная сеть 7 со спринклерными оросителями 6 находится под давлением воды, создаваемым гидропневмобаком 12, а питающий трубопровод 4 через дренчерные оросители 5 сообщается с атмосферой. При пожаре спринклерный ороситель вскрывается, вода выходит из побудительной сети 7, давление в ней падает, в результате чего срабатывает клапан группового действия (ГД) 8. Вода из распределительной сети поступает к дренчерным оросителям 5. При падении давления в системе трубопроводов установки снижается давление и в гидропневмобаке 12, электроконтактные манометры 13 выдают импульс на щит управления 2. Со щита управления сигнал поступает на выносной щит сигнализации 1 и командный импульс на включение электродвигателя 18 насоса 19, обеспечивающего требуемый расход воды на тушение пожара.

В случае использования тросового привода при повышении температуры распадается тросовый замок 15, обеспечивая включение клапана побудительного тросового (КПТА) 14. При срабатывании КПТА падает давление воды в трубопроводе 4 над клапаном 9, вследствие чего он открывается и пропускает воду к дренчерным оросителям. Далее работа установки происходит аналогично спринклерной.

Управление техническими системами

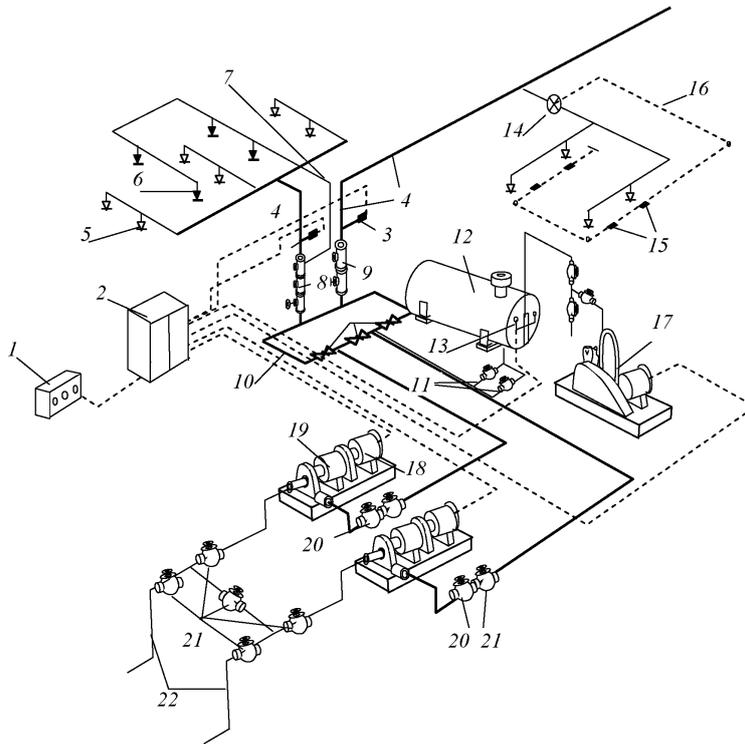


Рис. 2.3. Принципиальная схема дренажной установки водяного пожаротушения:

- 1 – щит сигнализации; 2 – щит управления; 3 – сигнализатор давления СДУ;
- 4 – питающий трубопровод; 5 – дренажные оросители; 6 – спринклерные оросители;
- 7 – побудительная сеть; 8 – узел управления с клапаном ГД; 9 – узел управления с клапаном ГД;
- 10 – подводящий трубопровод; 11, 21 – нормально открытые задвижки;
- 12 – гидропневмобак; 13 – ЭЖМ; 14 – клапан пусковой тросовой типа КПТА;
- 15 – тросовый замок; 16 – трос; 17 – компрессор; 18 – электродвигатель; 19 – насос;
- 20 – обратный клапан; 22 – всасывающий трубопровод

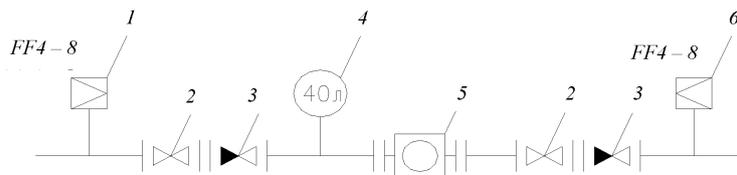


Рис. 2.4. Схема автоматического водопитателя с насосом подкачки:

- 1 – реле давления; 2 – механическая задвижка; 3 – обратный клапан;
- 4 – буферная емкость; 5 – насос-жокей; 6 – реле сухого хода

Вместо больших по емкости автоматических водопитателей в настоящее время применяют насосы подкачки (насос-жокей).

На рис. 2.4 изображена одна из схем подключения насоса подкачки в установку пожаротушения. Насос-жокей поддерживает с сети трубопроводов заданный напор. Реле давления 1 включается при падении давления, и насос подкачки поднимает напор до требуемого уровня. Задвижки 2 необходимы для производства

Управление техническими системами

ремонтных работ на насосе. Обратные клапаны 3 не дают протока воды из распределительных трубопроводов установки, буферная емкость 4 необходима для сглаживания небольших толчков давления в сети. Реле сухого хода 6 не включает насос при отсутствии воды в системе.

1.3. Конструктивные особенности элементов и узлов водяных АУП

Классификация и обозначение оросителей

Оросители установок водяного пожаротушения предназначены для тушения, локализации или блокирования пожара путем разбрызгивания или распыления воды и (или) водных растворов.

Оросители классифицируют по следующим показателям [9]:

По наличию теплового замка или привода для срабатывания на:

- спринклерные (С);
- дренчерные (Д);
- с управляемым приводом: электрическим (Э), гидравлическим (Г), пневматическим (П), пиротехническим (В);
- комбинированные (К).

По назначению:

- ❖ общего назначения (О), в том числе предназначенные для подвесных потолков и стеновых панелей: углубленные (У), потайные (П), скрытые (К);
- ❖ предназначенные для завес (З);
- ❖ предназначенные для стеллажных складов (С);
- ❖ предназначенные для пневмо- и массопроводов (М);
- ❖ предназначенные для предупреждения взрывов (В);
- ❖ предназначенные для жилых домов (Ж);
- ❖ специального назначения (8).

По конструктивному исполнению:

- ✚ розеточные (Р);
- ✚ центробежные (эвольвентные) (Ц);
- ✚ диафрагменные (каскадные) (Д);
- ✚ винтовые (В);
- ✚ щелевые (Щ);
- ✚ струйные (С);

Управление техническими системами

- ✚ лопаточные (Л);
- ✚ прочие конструкции (П).

По виду используемого огнетушащего вещества (ОТВ):

- водяные (В);
- для водных растворов (Р), в том числе пенные (П);

универсальные (У).

По форме и направленности потока огнетушащего вещества:

- симметричные: концентричные, эллипсоидные (0);
- неконцентричные односторонней направленности (1);
- неконцентричные двусторонней направленности (2);
- прочие (3).

По капельной структуре потока ОТВ:

- ❖ разбрызгиватели;
- ❖ распылители.

По виду теплового замка:

- ✚ с плавким термочувствительным элементом (П);
- ✚ с разрывным термочувствительным элементом (Р);
- ✚ с упругим термочувствительным элементом (У);
- ✚ с комбинированным тепловым замком (К).

По монтажному расположению:

- вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вверх (В);
- вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вниз (Н);
- вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вверх или вниз (универсальные) (У);
- горизонтально, поток ОТВ направлен вдоль оси распылителя (Г);
- вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вверх, а затем в сторону (вдоль направляющей лопатки или образующей корпуса оросителя) (Гв);
- вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вниз, а затем в сторону (вдоль направляющей лопатки или образующей корпуса оросителя) (Гн);
- вертикально, поток ОТВ из корпуса направлен вверх или вниз, а затем в сторону (вдоль направляющей лопатки или образующей корпуса оросителя) (универсальные) (Гу);
- в любом пространственном положении (П).

По виду покрытия корпуса:

Управление техническими системами

- без покрытия (о);
- с декоративным покрытием (д);
- с антикоррозионным покрытием (а).

По способу создания диспергированного потока:

- ✚ прямоструйные;
- ✚ ударного действия;
- ✚ завихренные.

Оросители для воды и водных растворов. Спринклерные оросители предназначены для распыления воды и распределения ее по защищаемой площади для локального тушения очагов пожара или их локализации при повышении температуры в защищаемом помещении свыше допустимой.

Спринклерный ороситель - ороситель с запорным устройством входного отверстия, вскрывающимся при срабатывании теплового замка.

1.4. Оросители, узлы управления, водопитатели, устройства для хранения огнетушащего вещества, приборы контроля, клапаны

Общий вид водяных спринклерных оросителей представлен на рис. 2.5.

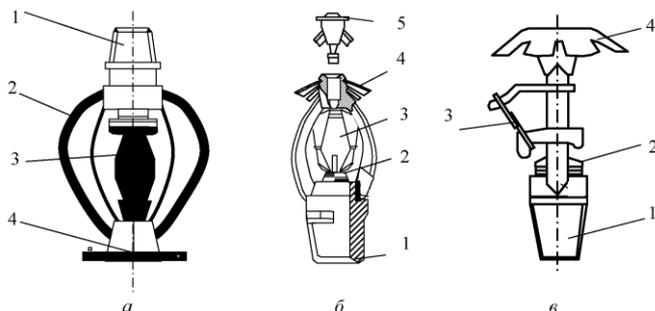


Рис. 2.5. Спринклерные оросители:
а – ороситель с плоской розеткой и стеклянной колбой:
 1 – крепление к распределительному трубопроводу; 2 – клапан;
 3 – стеклянная колба; 4 – плоская розетка;
б – ороситель с вогнутой розеткой и плавким элементом:
 1 – крепление к распределительному трубопроводу; 2 – клапан;
 3 – плавкий элемент; 4 – вогнутая розетка; 5 – розетка;
в – ороситель с вогнутой розеткой и выносным плавким элементом:
 1 – крепление к распределительному трубопроводу; 2 – клапан;
 3 – выносной плавкий элемент; 4 – вогнутая розетка

В зависимости от вида исполнения спринклеры бывают: с вогнутой розеткой (В); с плоской розеткой (П); настенного исполнения (Н); с плавким элементом (Э); со стеклянной колбой (К).

Для одной секции спринклерной установки следует принимать не более 800 спринклерных оросителей всех типов. Оросители устанавливают: розеткой вверх (СВ), розеткой вниз (СП), перпендикулярно плоскости перекрытия (покрытия), розеткой параллельно плоскости пола (СН).

Управление техническими системами

Спринклерные оросители водозаполненных установок следует устанавливать розетками вверх, вниз или горизонтально.

Выбор спринклерных оросителей производится в зависимости от максимально возможной температуры воздуха в условиях нормальной эксплуатации помещения (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Условие выбора спринклерных оросителей

Температура, °С	
в защищаемом помещении	разрушения теплового замка
До 41	57–67
От 42 до 50	68–79
« 51 « 70	93
« 71 « 100	141
« 101 « 140	182
« 141 « 200	240

Температура разрушения теплового замка оросителя указывается на пластинках легкоплавкого элемента. В качестве теплового замка спринклерных оросителей могут быть использованы стеклянные колбы с подкрашенной жидкостью с соответствующим коэффициентом объемного расширения. В табл. 2.2 приведены цвета жидкости в зависимости от номинальной температуры разрушения теплового замка.

Таблица 2.2

Соответствие цвета жидкости номинальной температуре разрушения теплового замка

Номинальная температура разрушения теплового замка, °С	Цвет жидкости
57	Оранжевый
72	Красный
93	Зеленый
141	Голубой
182	Фиолетовый
240	Черный

В дренчерных установках водяного пожаротушения применяются дренчерные оросители с вогнутой (ДВ) и плоской (ДП) розеткой (рис. 2.6) с диаметром выходного отверстия 8, 10, 15 и 20 мм. Оросители ДВ устанавливаются розетками вверх, ДП - розетками вниз. Для создания водяных завес с целью защиты вертикальных проемов и ограждений применяются дренчерные оросители лопаточного типа ДЛ.

Управление техническими системами

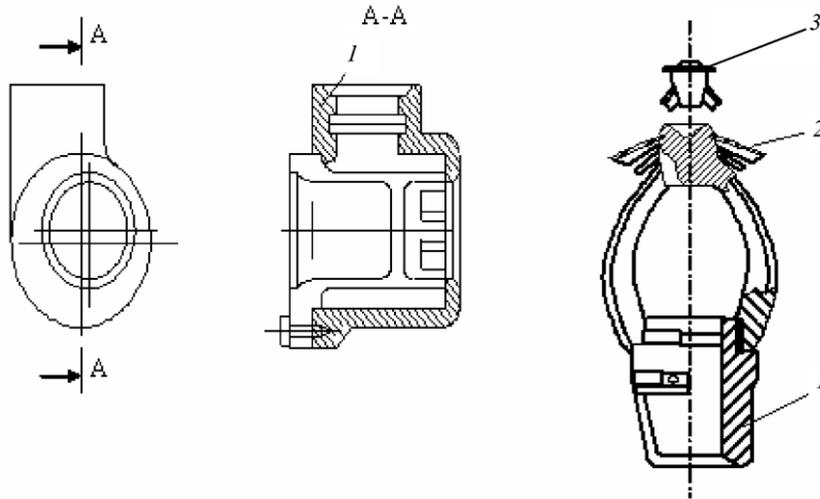


Рис. 2.6. Дренчерные оросители:
1 – крепление к трубопроводу; 2, 3 – розетки

Примеры описания и условного обозначения оросителей:

О п и с а н и е . Спринклерный водяной ороситель специального назначения с концентричным потоком ОТВ, диафрагменный, устанавливаемый вертикально, поток ОТВ направлен вверх, с антикоррозионным покрытием, коэффициентом производительности, равным 1,26, присоединительным размером $O 17_2$, тепловым замком в виде разрывного элемента (термоколбы), номинальной температурой срабатывания $68\text{ }^{\circ}\text{C}$, климатическим исполнением O , категорией размещения 4, тип согласно ТД - «РОЗА».

Условное обозначение . Ороситель СВ80-ДВа 1,26 - $O 17_2 / P68.04$ - «РОЗА».

О п и с а н и е . Дренчерный водяной распылитель общего назначения, предназначенный для распыления ОТВ, с потоком ОТВ односторонней направленности, щелевого конструктивного исполнения, устанавливаемый в любом положении в пространстве, без покрытия, коэффициентом производительности, равным 0,45, присоединительным размером $K 1/2$ климатическим исполнением O , категорией размещения 2, тип согласно ТД - «Туман».

Условное обозначение . Распылитель ДВ01-ЩП 0,45 - $K 1/2$ - «Туман».

Ороситель дренчерный для водяных завес предназначен для охлаждения технологического оборудования и предотвращения распространения пожара через оконные, дверные и технологические проёмы за пределы защищаемого оборудования, зон или помещений, а также обеспечения приемлемых условий при эвакуации людей из горящих зданий.

Управление техническими системами

Оросители тонкораспылённой воды спринклерные и дренчерные предназначены для равномерного распыления воды по защищаемым площади и объёму путём создания тонкодисперсного потока огнетушащего вещества и применяются для тушения или локализации пожара, создания водяных завес, охлаждения несущих поверхностей и технологического оборудования.

Распылитель центробежный РЦ предназначен для получения потока воды в дренчерных установках пожаротушения, со среднеарифметическим диаметром капель в потоке менее 150 мкм.

Оросители звольвентные предназначены для формирования более плотного (по сравнению с розеточными оросителями) конической формы потока воды или пенного раствора, благодаря центробежным усилиям возникающим в камере завихрения. Применяются в дренчерных установках автоматического пожаротушения, для тушения пожаров технологического оборудования и орошения защищаемой площади.

Узел управления (УУ) - совокупность устройств (трубопроводной арматуры, запорных и сигнальных устройств, ускорителей их срабатывания, устройств, снижающих вероятность ложных срабатываний, измерительных приборов и прочих устройств), которые расположены между подводящим и питающим трубопроводами спринклерных и дренчерных установок водяного и пенного пожаротушения.

УУ предназначены для контроля состояния и проверки работоспособности установок в процессе эксплуатации, а также для пуска огнетушащего вещества, выдачи сигнала для формирования командного импульса на управление элементами пожарной автоматики (насосами, системой оповещения, отключением вентиляторов и технологического оборудования и др.).

В узлах управления водонаполненных спринклерных установок допускается предусматривать перед сигнализатором давления (СДУ) камеры задержки для ускорения (замедления) их срабатывания.

Классификация и обозначение узлов управления

Узлы управления подразделяют [10]:

- По виду: спринклерные (С) и дренчерные (Д).
- По среде заполнения питающего и распределительных трубопроводов: водозаполненные (В) и воздушные (Вз).

В обозначении дренчерных сигнальных клапанов среду заполнения питающего и распределительного трубопроводов не указывают.

Управление техническими системами

- По виду привода дренчерного или универсального сигнального клапана: гидравлические (Г), пневматические (П), электрические (Э), ручные (Р), механические (М), комбинированные (различные сочетания двух букв Г, П, Э, М или Р).

После обозначения вида привода указывают соответственно:

- ❖ для электрического привода и его различных комбинаций - номинальное напряжение питания в вольтах, например (Э24), (Э220М);
- ❖ для пневматического и гидравлического привода - минимальное рабочее давление в мегапаскалях, например (Г 0,05).

По рабочему положению на трубопроводе относительно горизонтальной плоскости на: вертикальные (В), горизонтальные (Г) и универсальные (У). Для универсальных УУ - не менее чем в двух пространственных положениях.

По типу соединения с трубопроводом и (или) арматурой: фланцевые (Ф), муфтовые (М), штуцерные (Ш), хомутовые (Х) и комбинированные (различные сочетания двух букв Ф, М, Ш или Х).

При двухбуквенном обозначении первая буква означает входное соединение, вторая - выходное соединение.

Узел управления (УУ) - совокупность устройств (трубопроводной арматуры, запорных и сигнальных устройств, ускорителей их срабатывания, устройств, снижающих вероятность ложных срабатываний, измерительных приборов и прочих устройств), которые расположены между подводящим и питающим трубопроводами спринклерных и дренчерных установок водяного и пенного пожаротушения.

УУ предназначены для контроля состояния и проверки работоспособности установок в процессе эксплуатации, а также для пуска огнетушащего вещества, выдачи сигнала для формирования командного импульса на управление элементами пожарной автоматики (насосами, системой оповещения, отключением вентиляторов и технологического оборудования и др.).

В узлах управления водонаполненных спринклерных установок допускается предусматривать перед сигнализатором давления (СДУ) камеры задержки для ускорения (замедления) их срабатывания.

Классификация и обозначение узлов управления

Узлы управления подразделяют [10]:

- ❖ По виду: спринклерные (С) и дренчерные (Д).
- ❖ По среде заполнения питающего и распределительных трубопроводов: водозаполненные (В) и воздушные (Вз).

Управление техническими системами

В обозначении дренчерных сигнальных клапанов среду заполнения питающего и распределительного трубопроводов не указывают.

- ❖ По виду привода дренчерного или универсального сигнального клапана: гидравлические (Г), пневматические (П), электрические (Э), ручные (Р), механические (М), комбинированные (различные сочетания двух букв Г, П, Э, М или Р).

После обозначения вида привода указывают соответственно:

- для электрического привода и его различных комбинаций - номинальное напряжение питания в вольтах, например (Э24), (Э220М);
- для пневматического и гидравлического привода - минимальное рабочее давление в мегапаскалях, например (Г 0,05).

По рабочему положению на трубопроводе относительно горизонтальной плоскости на: вертикальные (В), горизонтальные (Г) и универсальные (У). Для универсальных УУ - не менее чем в двух пространственных положениях.

По типу соединения с трубопроводом и (или) арматурой: фланцевые (Ф), муфтовые (М), штуцерные (Ш), хомутовые (Х) и комбинированные (различные сочетания двух букв Ф, М, Ш или Х).

При двухбуквенном обозначении первая буква означает входное соединение, вторая - выходное соединение.

Примеры описания и условного обозначения узлов управления:

Описание. Спринклерный УУ с проходом условным диаметром 100 мм, максимальным рабочим давлением 1,2 МПа, для водозаполненного питающего трубопровода, с вертикальным рабочим положением на трубопроводе, фланцевым типом соединения с арматурой, климатическим исполнением У, категорией размещения 4, условным наименованием «Гранат».

Условное обозначение. Узел управления УУ - С 100/1, 2В-ВФ. У4 - «Гранат».

Описание. Дренчерный УУ с проходом условным диаметром 150 мм, максимальным рабочим давлением 1,6 МПа, комбинированным гидравлическим и электрическим приводами на номинальное напряжение 24 В, для воздушного питающего трубопровода, с горизонтальным рабочим положением на трубопроводе, фланце-хомутовым типом соединения с арматурой (ФХ), климатическим исполнением У, категорией размещения 4, условным наименованием «КБГМ-А».

Условное обозначение. Узел управления УУ-Д 150/1,6(ГЭ24) В3-ГФХ. У4-«КБГМ-А».

Управление техническими системами

Узлы управления следует размещать в помещениях насосных станций, пожарных постов, а также в защищаемых помещениях или вне их. Их необходимо размещать в местах с температурой воздуха 5 °С и выше, к которым имеется свободный доступ обслуживающего персонала. При этом узлы управления, размещаемые в защищаемых помещениях, следует отделять от этих помещений противопожарными перегородками и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее КЕТ45 и дверьми с пределами огнестойкости не ниже Е 130; узлы управления, размещаемые вне защищаемых помещений выделять остекленными или сетчатыми перегородками. Для каждой секции установки пожаротушения следует предусматривать отдельный узел управления. В узлах управления в качестве запорного устройства применяются клапаны различных конструкций: тарельчатые водосигнальные (ВС), мембранные, магнитные и др. В спринклерных установках водяного пожаротушения применяются узлы управления с водосигнальными тарельчатыми клапанами, в воздушных спринклерных установках применяются клапаны группового действия и др. [11].

Узел управления водозаполненной спринклерной установки с клапаном (рис. 2.7) состоит из задвижки, клапана, вентиля комбинированного, манометров и трубопроводов обвязки. Внутренняя полость клапана ВС разделена тарельчатым клапаном 9 на две камеры: верхнюю и нижнюю, которые в рабочем состоянии заполнены водой под давлением. При этом клапан плотно прилегает к седлу, закрывая доступ воде в сигнальный канал 11, сообщающийся через пробковый кран 10 с сигнальным трубопроводом 12 и СДУ 8.

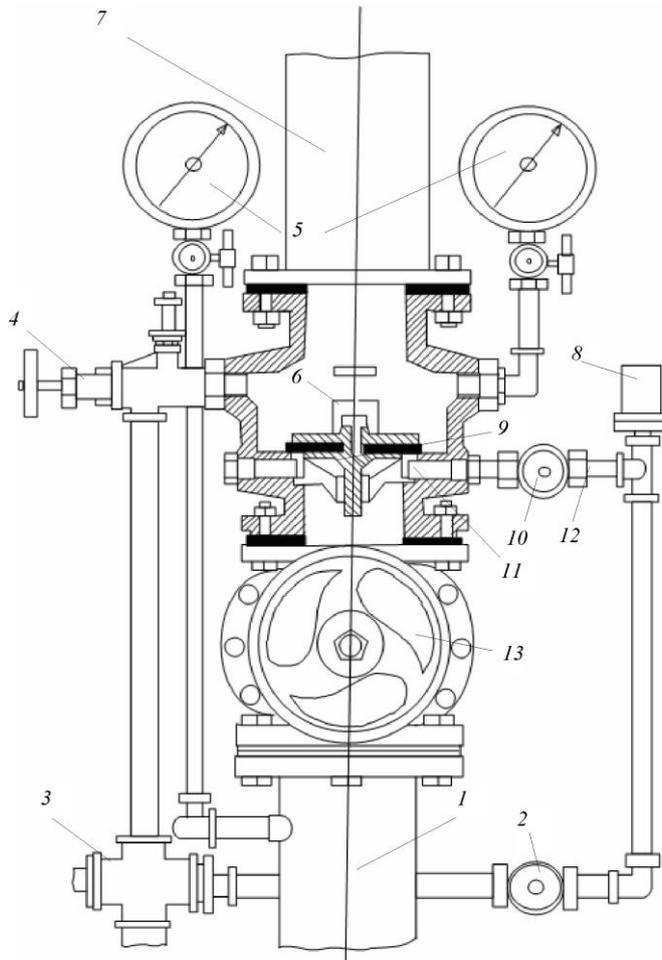


Рис. 2.7. Узел управления спринклерной установки пожаротушения:
 1 – подводящий трубопровод; 2 – кран с малым отверстием типа 3-МО; 3 – крестовина;
 4 – комбинированный вентиль типа КВ50×13; 5 – манометр; 6 – клапан типа ВС;
 7 – питающий трубопровод; 8 – сигнализатор давления типа СДУ; 9 – тарельчатый
 клапан; 10 – пробковый кран; 11 – сигнальный канал; 12 – сигнальный трубопровод;
 13 – задвижка

При вскрытии одного или нескольких оросителей давление в верхней камере водосигнального канала уменьшается, вследствие чего тарельчатый клапан поднимается и пропускает воду в распределительную сеть. Одновременно вода по сигнальному каналу 11 поступает к СДУ 8. Чтобы привести установку в рабочее состояние после срабатывания, закрывают пробковый кран 10 и краны комбинированного вентиля 4. Медленно открывают задвижку 13 и заполняют сеть водой. Вывертывают пробку крестовины 3. Для проверки плотности посадки тарельчатого клапана 9 открывают пробковый кран 10. При плотной посадке тарельчатого клапана вода не должна поступать в крестовину 3 сливного трубопровода. После проверки пробку крестовины завертывают, кран 10 и кран с малым отверстием 2 оставляют открытыми, показания манометров 5 должны быть одинаковыми.

Управление техническими системами

Клапан ВС оборудован компенсатором, вмонтированным в стержень тарельчатого клапана. Он предназначен для компенсации возможных небольших утечек воды и установки без вскрытия клапана, а также смягчения гидравлических ударов. Спуск воды из распределительной сети установки на время ремонта осуществляется с помощью большого крана комбинированного вентиля 4.

Узел управления дренажной установки пожаротушения с клапаном типа КЗС (рис. 2.8) включает задвижку, клапан типа КЗС, манометры для контроля давления огнетушащего вещества в подводящем и побудительном трубопроводах, вентили и трубопроводную обвязку.

Клапан запорный сигнальный (КЗС) выпускается с диаметром условного прохода 65, 100 и 150 мм. В КЗС применен клапан 6 с мембраной 4.

В заряженном состоянии камеры А и 7 клапана заполнены водой, находящейся под давлением от гидропневмобака, а камера Б соединена с дренажной сетью. Поскольку площадь мембраны 4 со стороны камеры 7 больше площади клапана 6, то при одинаковом давлении воды в камерах А и 7 клапан закрыт.

При срабатывании спринклерного оросителя (открытии крана ручного пуска 9), вентиля с электромагнитным приводом или побудительного клапана 7п (на схеме не показаны), которые могут быть установлены на побудительном трубопроводе 10, в камере 7 клапана КЗС падает давление. Клапан 6 перемещается влево, открывая доступ воде в камеру Б и далее в дренажную сеть и к СДУ 13 через открытый пробковый кран 14, СДУ выдает импульс на включение пожарного насоса, световой и звуковой сигнализации.

При зарядке УУ с клапаном КЗС необходимо закрыть задвижки 12 и 18, вентили 2, 17 и краны 9, 14, 16. Затем медленно открыть вентиль 2 и заполнить водой побудительный трубопровод 10 (по окончании его заполнения показания маномет-

Управление техническими системами

ров должны быть одинаковы). Открыть задвижку 18 и кран 14. Убедившись в плотности посадки клапана, открыть задвижку 12, краны с малым отверстием 3, 16, за-

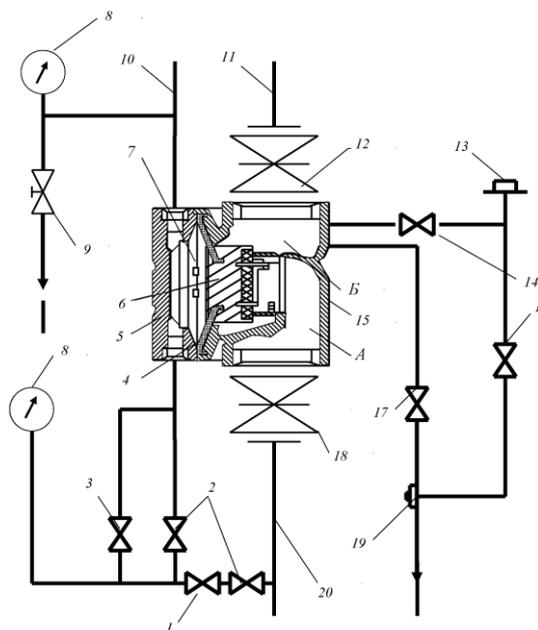


Рис. 2.8. Узел управления дренажной установки водяного пожаротушения:
 1 – вентиль запорный, 2, 17 – вентили, 3, 16 – краны с малым отверстием,
 4 – мембрана, 5 – крышка узла управления, 6 – клапан, 7 – камера,
 8 – манометр показывающий, 9, 14 – краны, 10 – побудительный трубопровод,
 11 – напорный трубопровод, 12, 18 – задвижки, 13 – СДУ, 15 – корпус клапана,
 19 – тройник, 20 – подводящий трубопровод

крыть вентиль 2

Для включения дренажных секций в спринклерных установках пожаротушения или дренажных завес применяются клапаны побудительные тросовые. Клапан приводится в действие при срабатывании легкоплавких замков в тросовой системе пуска.

В дренажных установках пожаротушения используются узлы управления с контрольно-сигнальными клапанами и электрозадвижки.

Во время пожара при повышении температуры происходит расплавление припоя легкоплавкого теплового замка, рычаг освобождает защелку, давая возможность золотнику вместе со штоком переместиться в верхнее положение. Клапан открывает проход воды в боковой патрубке и дренажную секцию.

Сигнализатор потока жидкости (СПЖ) (рис. 2.9) предназначается для извещения о вскрытии спринклерных оросителей и устанавливается на горизонтальных участках трубопровода диаметром 50 и 80 мм в спринклерных установках.

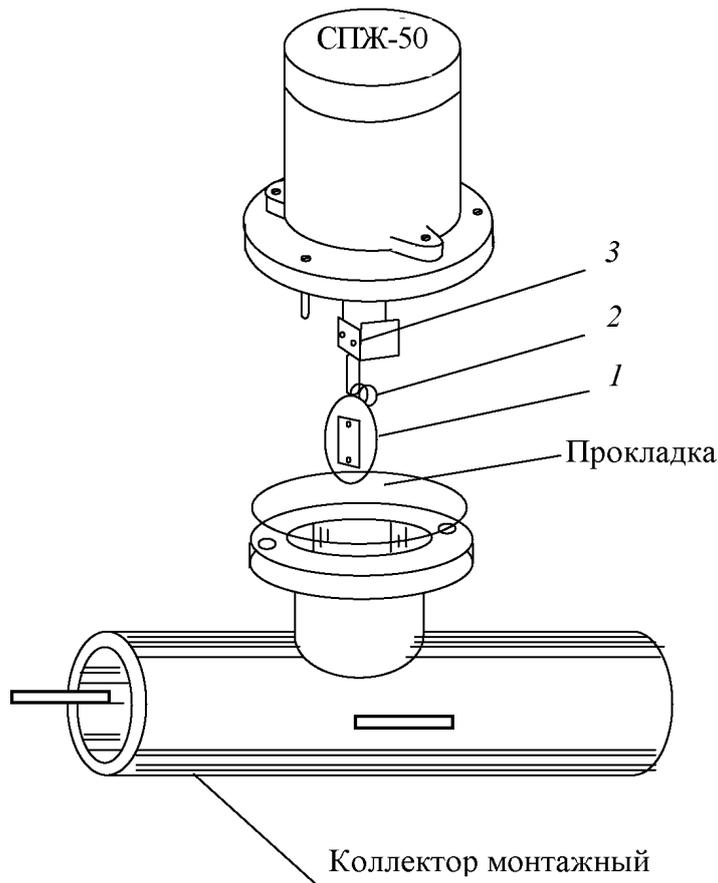


Рис. 2.9. Сигнализатор потока жидкости:
1 – регистратор; 2 – пружина; 3 – микропереключатель

Принцип действия сигнализатора заключается в следующем. При отсутствии движения огнетушащего вещества регистратор 1, уравновешенный с помощью пружины 2, находится в нейтральном положении. В этом положении контакты микропереключателя 3 разомкнуты. При вскрытии одного или более оросителей поток огнетушащего вещества отклоняет регистратор 1, который, свободно перемещаясь в резиновом уплотнении маятника, действует на микропереключатель 3 и замыкает его контакты. В результате этого выдается сигнал о срабатывании установки пожаротушения.

Сигнализатор давления универсальный (СДУ-М) предназначен для выдачи сигнала о поступлении огнетушащих веществ в питающие трубопроводы установок водяного, пенного и газового пожаротушения при срабатывании узлов управления или распределительных устройств.

Установки водяного пожаротушения должны бесперебойно снабжаться водой. В качестве источников водоснабжения могут быть использованы водопроводы

Управление техническими системами

любого назначения, в том числе промышленные и городские водопроводы, естественные и искусственные водоемы и подземные источники. Если водопровод достаточен по производительности, но не обеспечивает расчетного напора в сети, предусматриваются насосы-повысители. Если же источник водоснабжения не обеспечивает расчетный расход воды, то предусматриваются насосы-повысители и запасные резервуары с неприкосновенным запасом воды для пожаротушения.

Для обеспечения расчетного давления в трубопроводах спринклерных установок и подводящих трубопроводах дренчерных установок, необходимого для срабатывания узлов управления, предусматриваются импульсные устройства - металлический сосуд, заполненный водой или раствором пенообразователя и сжатым воздухом.

Разработаны импульсные устройства емкостью 500 л в вертикальном ИУ-500В и горизонтальном ИУ-500Г исполнении. ИУ-500 может быть изготовлено и смонтировано непосредственно на монтажной площадке защищаемого объекта, а также в мастерских монтажных организаций.

В соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденными Госгортехнадзором, импульсные устройства ИУ-500 регистрации и выдаче разрешения на пуск их в эксплуатацию в органах Госгортехнадзора не подлежат (как сосуды, работающие под давлением, у которых произведение емкости, л, на давление, кгс/см², не превышает 10 000).

$V P_{\text{кгс/см}^2} = 54 \cdot 10 = 5400$, что меньше 10000.

ИУ-500 должен учитываться владельцем в специальной книге учета и освидетельствования сосудов на основе акта, удостоверяющего, что монтаж и установка сосуда произведены в соответствии с проектом и правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

По степени обеспечения надежности электрообеспечения электроприемники установок водяного и пенного пожаротушения относятся к I категории согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), за исключением электродвигателей компрессора, насосов дренажного и подкачки пенообразователя, относящихся к III категории. Для формирования и выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения предназначены приборы и устройства управления. Приборы управления призваны обеспечить автоматизацию процесса пожаротушения.

по теме 1.3.1. Автоматические установки пенного пожаротушения

ВОПРОСЫ

1. Назначение, устройство и работа установок пенного пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабуринов В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. –298 с. (с. 68-80).

1. Назначение, устройство и работа установок пенного пожаротушения

Установки пенного пожаротушения применяются для защиты технологического оборудования химических и нефтехимических производств, складов и баз нефти и нефтепродуктов, а также других объектов, где в больших количествах применяются легковоспламеняющиеся и горючие жидкости.

По составу и принципу действия установки пенного пожаротушения во многом аналогичны установкам водяного пожаротушения. Дополнительными элементами в пенных установках являются устройства образования пены (оросители и генераторы), а также системы хранения и дозирования пенообразователя [19, 21]. Кроме того, отличие пенных установок от водяных заключается в том, что источником водоснабжения установок пенного пожаротушения должны служить водопроводы непитьевого назначения, при этом количество воды, необходимое для получения пены, должно удовлетворять требованиям технических документов на применяемые пенообразователи.

По функциональным признакам и конструктивным особенностям автоматические установки пенного пожаротушения классифицируют, исходя из кратности применяемой пены, времени пуска, продолжительности их работы, способа питания и получения пенообразующего раствора, типа пенообразующих устройств и способа заполнения трубопроводов.

В зависимости от того, насколько увеличивается объем по сравнению с исходным, пены бывают низкой (до 20), средней (от 20 до 200) и высокой (более 200)

Управление техническими системами

кратности. Соответственно, установки пожаротушения подразделяются на установки тушения пеной низкой, средней и высокой кратности.

По способу воздействия на очаг пожара пенные установки делятся на установки общепереходного, локально-поверхностного, общеобъемного, локально-объемного и комбинированного тушения:

- 1) общепереходные: дренчерные - для защиты всей расчетной площади; установки для защиты резервуаров с горючими жидкостями;
- 2) локально-поверхностные: спринклерные - для защиты отдельных аппаратов, отдельных участков помещений; дренчерные - для защиты отдельных объектов, аппаратов, трансформаторов и т. п.;
- 3) общеобъемные - предназначены для заполнения защищаемых объемов;
- 4) локально-объемные - для заполнения отдельных объемов технологических аппаратов, небольших встроенных складских помещений и др.;
- 5) комбинированные - соединены схемы установок локально-поверхностного и локально-объемного тушения для одновременной подачи пены в объем или по поверхности технологических аппаратов и на поверхность вокруг них.

Пенообразующий раствор в пенных АУП может быть получен объемным способом (предварительное приготовление водного раствора пенообразователя в резервуаре, из которого насосами он подается в распределительную сеть); при помощи струйных устройств, автоматических дозаторов, насосных дозирующих систем.

По типу пенообразующих устройств пенные АУП делятся на установки с механическими пенообразующими устройствами для получения пены низкой кратности (оросители типа СПУ-0,15-Р68-В3, ДПУ-0,15- В3; оросители эвольвентные ДО-0,1П(ВП)ПА16-0,27/93 «ОЭ-16», ДО- 0,15П(ВП)Па25-0,81/93 «ОЭ-25») и устройствами для получения пены средней кратности (сеточными генераторами) типа ГПСС-200, ГПСС-600, ГПСС-2000, ГЧСМ.

По способу заполнения трубопроводов пенные АУП могут быть сухотрубными, заливными и циркуляционными. Сухотрубные установки заполнены пенообразующим раствором до запорно-пусковых устройств, поэтому при включении установки требуется некоторое время для заполнения трубопроводов. Этот вариант может применяться в инерционных пенных АУП.

В целях сокращения времени включения пенных АУП используют способ заполнения трубопроводов до оросителей (в пенных АУП спринклерного типа) или до уровня распределительных рядков в стояках (в пенных АУП дренчерного типа).

Управление техническими системами

В быстродействующих установках применяют способ постоянного циркулирования пенообразующего раствора в трубопроводах, что в значительной степени повышает оперативную готовность пенных АУП.

Оросители СПУ-0,15-Р68-ВЗ, ДПУ-0,15-ВЗ; оросители эвольвентные ДО-0,1П(ВП)ПА16-0,27/93 «ОЭ-16», ДО-0,15П(ВП)Па25-0,81/93 «ОЭ-25» предназначены для получения из водных растворов пенообразователей воздушно-механической пены (ВМП) низкой кратности ($K_n < 20$). В настоящее время в установках пожаротушения применяются следующие пенные оросители дренчерного типа ДПУ-0,15-ВЗ (рис. 3.1, а) и спринклерные типа СПУ-0,15-Р68-ВЗ (рис. 3.1, б), устанавливаемые в зависимости от условий эксплуатации как розеткой вниз, так и розеткой

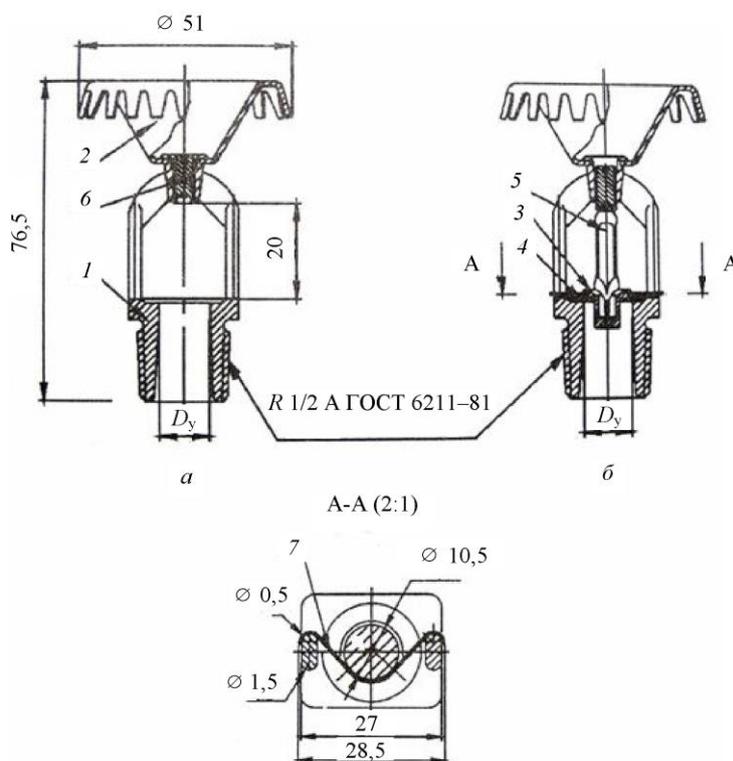


Рис. 3.1. Ороситель пенный дренчерный (а) и ороситель пенный спринклерный (б):
1 – штуцер; 2 – розетка; 3 – крышка; 4 – пружина; 5 – стеклянная термоколба (разрывной термочувствительный элемент); 6 – винт; 7 – пружина сброса крышки

вверх

Минимальное рабочее давление перед оросителем 0,15 МПа, площадь орошения этих оросителей составляет 12 м², коэффициент производительности оросителей 0,77 л/(см^{0,5}), номинальная температура срабатывания спринклерных оросителей 68 °С. Кратность пены 5-20. Карта орошения данных оросителей представлена на рис. 3.2.

В дренчерных установках пенного пожаротушения также применяются пенные оросители эвольвентные ДО-0,1П(ВП)ПА16-0,27/93 «ОЭ-16», ДО-

Управление техническими системами

0,15П(ВП)Па25-0,81/93 «ОЭ-25» (рис. 3.3) с диаметром выходного отверстия 16, 25 мм соответственно. Они орошают площадь 9 м при высоте расположения оросителя 3 м. Коэффициент производительности оросителей «ОЭ-16» 0,27 л/(см^{0,5}), «ОЭ-25» 0,81 л/(см^{0,5}).

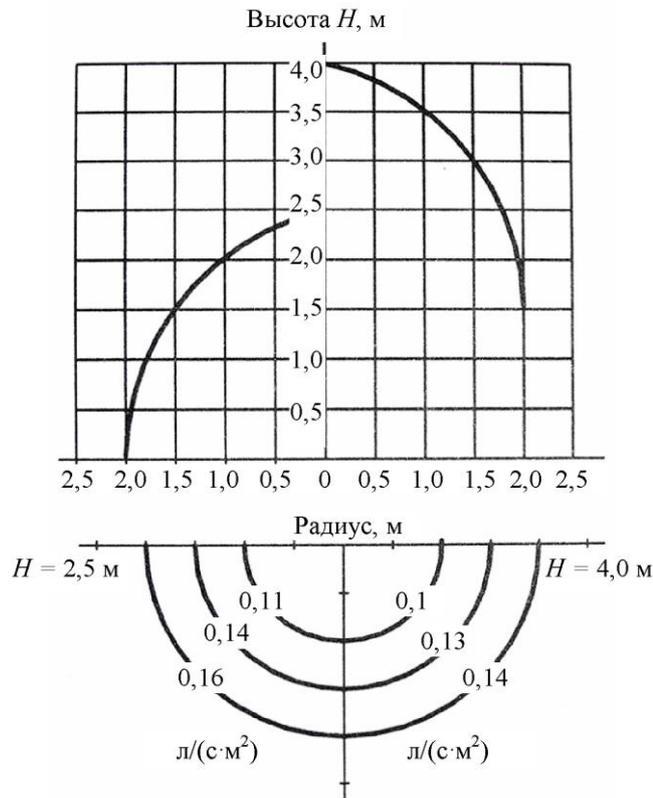


Рис. 3.2. Карта орошения оросителей СПУ-0,15-Р68-В3 и ДПУ-0,15-В3 при давлении перед оросителем $P = 0,15$ МПа и коэффициенте производительности $K = 0,77$ л/(с·м^{0,5})

Оросители предназначены для формирования более плотного (по сравнению с розеточными оросителями) конической формы потока пены, благодаря центробежным усилиям, возникающим в камере завихрения. Оросители устойчиво работают под любым углом к горизонту.

Кратность пены соответственно 6 и 8. Оросители отличаются друг от друга только размерами и представляют собой устройство центробежного типа для распыления жидкости с входом ее в ороситель по эвольвентной кривой. Струя пенообразующего раствора закручивается в корпусе и выходит через выходные отверстия в виде капельного потока с углом раскрытия 90°.

Управление техническими системами

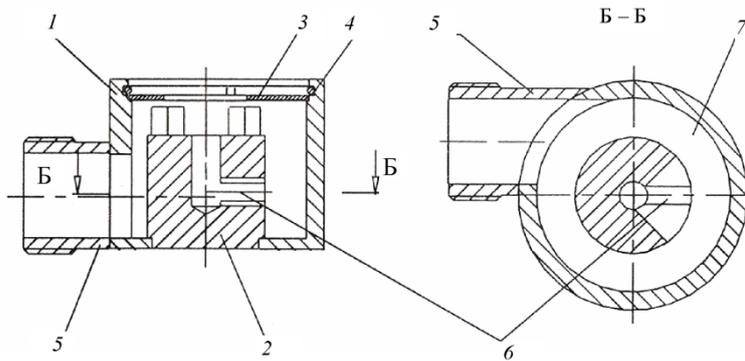


Рис. 3.3. Ороситель эвольвентный дренажный:
1 – корпус; 2 – втулка; 3 – диафрагма; 4 – запорное кольцо;
5 – патрубок; 6 – канал; 7 – камера

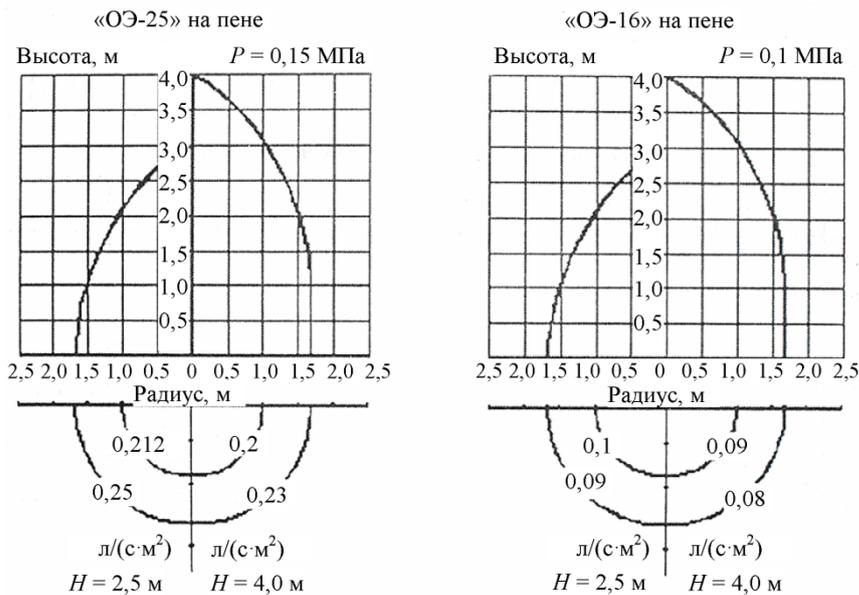


Рис. 3.4. Карты орошения оросителей «ОЭ-25» и «ОЭ-16»

Данные диаграммы (рис. 3.4) получены для оросителей «ОЭ-25» при коэффициенте производительности $K = 0,66 \text{ л/(с·м}^{0,5})$ и «ОЭ-16» при $K = 0,27 \text{ л/(с·м}^{0,5})$, которые определялись по формуле $K =$ (по НПБ 872001 [22], где $л/с$; P , МПа).

Для получения пены средней кратности (70-100) из раствора пенообразователя промышленность выпускает два типа генераторов: ГПС (генератор пены средней кратности) и ГЧСМ (генератор четырехструйный сеточный). Генераторы ГПС (рис. 3.5) изготавливаются в трех модификациях ГПС - 200, 600 и 2000. Имеют одинаковую конструкцию и отличаются только габаритными размерами и производительностью по пене (200, 600 и 2000 л/с соответственно). При попадании водного раствора пенообразователя в центробежный распылитель образуется капельный

Управление техническими системами

поток, который при движении в корпусе генератора подсасывает воздух через конфузорную часть. Поступающий на пакет сеток поток образует ВМП. Рабочий напор у распылителя 0,4-0,6 МПа (4-6 кгс/см²).

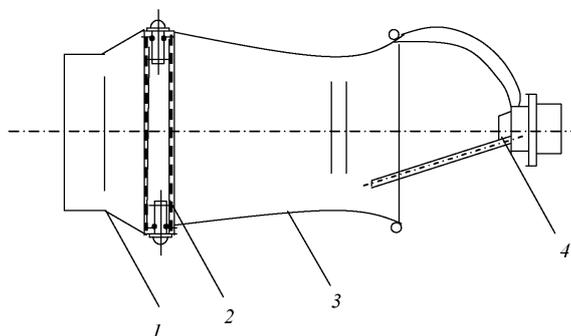


Рис. 3.5. Генератор пены средней кратности (ГПС-200, ГПС-600 и ГПС-2000):
1 – насадка; 2 – пакет сеток; 3 – корпус; 4 – распылитель

Генераторы ГПСС применяются в основном для защиты резервуаров с нефтепродуктами.

Для объемного тушения пожаров в помещениях с наличием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей применяются генераторы ГЧСМ (рис. 3.6). Распылитель представляет собой металлическую пустотелую отливку, передняя стенка которой выполнена в виде угла с направлением вершины внутрь корпуса. В образованных углом плоскостях имеются цилиндрические каналы, оси которых пересекаются за пределами корпуса. При подаче пенообразующего раствора в корпус распылителя цилиндрические каналы формируют струи, которые соударяются за пределами распылителя, образуют плоский капельный поток перед пакетом сеток. На сетках образуется ВМП средней кратности (40-50), которая выбрасывается из генератора в виде веера шириной до 6 м, длиной до 8 м. Рекомендуемый для работы генератора напор 15-45 м.

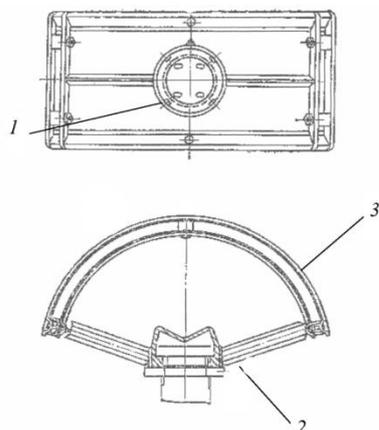


Рис. 3.6. Генератор пены средней кратности:
1 – струйный распылитель; 2 – кронштейны; 3 – пакет сеток

Управление техническими системами

Генератор пены средней кратности стационарный с коробом типа ГПСК-2000 (рис. 3.7) предназначен для получения из водного раствора пенообразователя ВМП средней кратности (70) и подачи ее в резервуар со стационарной крышей для хранения нефти и нефтепродуктов при тушении пожара. Генератор состоит из корпуса, кассеты сеток, центробежного распылителя, короба с герметичным затвором и генератора. Короб выполняет функцию пенопровода и приворачивается через фланец и плиту к резервуару.

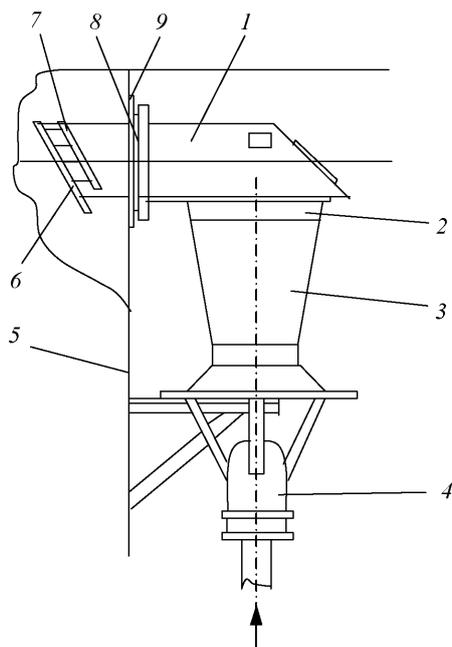


Рис. 3.7. Генератор пены средней кратности с коробом типа ГПСК-2000:
1 – короб; 2 – кассета сеток; 3 – корпус; 4 – распылитель; 5 – резервуар;
6 – герметизирующая крышка; 7 – замок-стяжка; 8 – фланец; 9 – плита

На задней крышке имеется смотровое окно для технического обслуживания генератора. Герметизирующая крышка с прокладкой препятствует проникновению паров нефтепродуктов во внешнюю среду. Для равномерного и плотного прижатия герметизирующей крышки к коробу предусмотрено 11 стяжек-замков, состоящих из двух частей, спаянных легкоплавким припоем. При повышении температуры внутри резервуара при пожаре замки размыкаются и крышка под собственной массой падает, освобождая доступ пене.

Для защиты резервуаров с нефтепродуктами применяются также генераторы ГПСС-2000 и ГПСС-600. Они предназначены для получения пены средней кратности из водного раствора пенообразователя и доставке ее в виде компактной струи в зону пожара (рис. 3.8).

Данные устройства применяются в автоматических установках пенного пожаротушения для ликвидации пожара в резервуарах, но могут быть использованы для тушения пожара в помещениях объемным способом.

Управление техническими системами

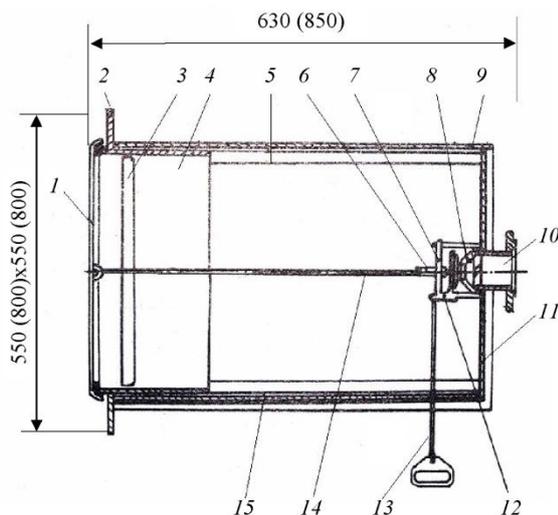


Рис. 3.8. Генератор пены средней кратности ГПСЦ-2000 (ГПСЦ-600):
 1 – крышка-затвор; 2 – фланец; 3 – пакет сеток; 4 – обечайка; 5 – корпус; 6, 14 – тяга;
 7 – рычаг; 8 – стойка; 9 – кожух; 10 – распылитель; 11 – стенка; 12 – защёлка;
 13 – ручка; 15 – защитная сетка

Генератор используется в стационарных системах дренчерного пожаротушения. В рабочем состоянии защищаемый объем отделен от полости генератора герметичной крышкой. В случае пожара запускается насос, раствор пенообразователя поступает в распылитель, давлением струи через защелку и рычаг вскрывается крышка затвора, раствор поступает на сетку, а образовавшаяся пена - в защищаемый объем.

Техническая характеристика генератора

Тип генератора.....	ГПСЦ-600	ГПСЦ-2000
Рабочий напор перед распылителем, МПа.....	От 0,4 до 0,6	
Кратность пены.....	От 70 до 100	
Производительность по раствору:		
- при минимальном напоре.....	От 1,6 до 4,8	
- при максимальном напоре.....	От 16 до 20	
Производительность по пене, при максимальном напоре и кратности, л/с.....	600; 2000	
Минимальный напор перед распылителем для автоматического срабатывания затвора, не менее, МПа.....		
0,2		
Ресурс сетки, не менее, ч.....		
25		
Масса, не более, кг.....		
55; 100		
Температура окружающей среды, °С.....		
От -50 до +60		
Относительная влажность при 25 °С,%.....		
98±2		
Срок службы, не менее, лет.....		
10		

Для получения ВМП в автоматических установках пенного пожаротушения используются водные растворы пенообразователей [23] (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Характеристики водных растворов пенообразователей

Марка	Основной компонент	Концентрация в растворе, %	Биологически мягкий	Назначение
ПО-ЗАИ («ИВА»)	Ингибированные вторичные алкилсульфаты натрия	3	Да	Общее
ПО-1	Натриевые соли нефтяных сульфокислот	6	Нет	То же
ПО-1Д	То же	6	То же	---
ПО-6К	---	6	---	---
ПО-6ТС	---	6	Да	---
Подслонный	---	6	Нет	Целевое
ПО-6АЗФ	---	6	Да	То же
«Меркуловский»		1, 3, 6	Да	—
ТЭАС	Триэтаноламиновые соли первичных алкилсульфатов	6	Да	---
Универсальный	Фторированные ПАВ	10	Нет	Целевое
Пленкообразующий (легкая вода)	Смесь фторированных и нефторированных ПАВ	6	То же	То же
ФОРЭТОЛ	---	10	---	---
САМПО	Спирт, алкилсульфат, мочевины, пенообразователь (ПО – АИ + добавки)	6	Да	---

Дозирующие устройства предназначены для непрерывного введения требуемого количества пенообразователя в поток воды в целях получения раствора определенной концентрации [24]. Для получения пенообразующих растворов чаще всего применяются следующие способы и конструкции дозирующих устройств.

1. Способ объемного дозирования (рис. 3.9) заключается в смешивании воды и пенообразователя в определенных пропорциях в резервуаре. Из резервуара 1 пенообразующий раствор насосами 6 подается в распределительную сеть установки пожаротушения. Для перемешивания раствора открывают задвижку 5 на трубопроводе 4. Раствор пенообразователя из нижней части резервуара насосами 6 через нормально открытую задвижку 5 на всасывающем трубопроводе 3 подается в перфорированный трубопровод 2, расположенный в верхней части резервуара по его периметру на 0,1 м ниже расчетного уровня воды в нем.

Управление техническими системами

Запас раствора пенообразователя, как правило, следует хранить в двух резервуарах.

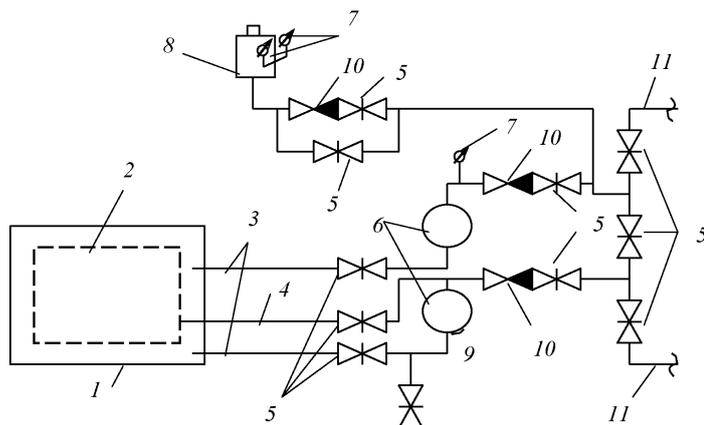


Рис. 3.9. Способ объёмного дозирования:

- 1 – резервуар; 2 – перфорированный трубопровод; 3 – всасывающий трубопровод;
- 4 – трубопровод для подачи пенообразователя в резервуар и перемешивания раствора пенообразователя; 5 – задвижка; 6 – основной и резервный насосы;
- 7 – электроконтактный манометр; 8 – автоматический водопитатель;
- 9 – головка соединительная; 10 – обратный клапан;
- 11 – трубопровод к узлам управления

Этот способ дозирования пенообразователя является наиболее простым, надежным в работе и применяется в пенных установках пожаротушения спринклерного типа, так как в настоящее время не существует устройств дозирования, реагирующих на изменение расхода воды. Он имеет и ряд недостатков:

- необходимость устройства резервуаров большой вместимости;
- небольшой срок хранения раствора пенообразователя;
- необходимость защиты стенок резервуара от коррозии.

2. Дозирование пенообразователя с помощью насоса-дозатора (рис. 3.10).

Этот способ заключается в подаче пенообразователя из емкости 1 в поток воды в напорном трубопроводе основного насоса 8 через дозирующую шайбу 6 насосом-дозатором 2.

Управление техническими системами

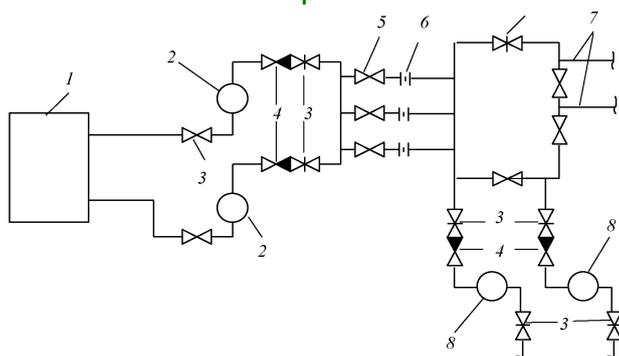


Рис. 3.10. Схема дозирования пенообразователя с помощью насоса-дозатора:
 1 – ёмкость с пенообразователем; 2 – насос-дозатор; 3 – задвижка; 4 – обратный клапан;
 5 – вентиль с электромагнитным приводом; 6 – дозирующая шайба;
 7 – подводящий трубопровод; 8 – основной и резервный насосы

Расчетный расход пенообразователя в разные защищаемые помещения обеспечивают с помощью дозирующих (дроссельных) шайб, диаметр которых определяют расчетом и уточняют путем подбора при наладке установки. При этом необходимо учитывать, что напор, создаваемый насосом-дозатором в точке присоединения дозирующей шайбы к напорному трубопроводу основного насоса, должен быть на 3 м больше, чем напор основного насоса.

В практике проектирования этот способ чаще всего применяется в дренчерных установках пожаротушения.

Лекция

по теме 1.4.1. Автоматические установки газового пожаротушения

ВОПРОСЫ

1. Классификация и область применения газовых установок пожаротушения. 2. Общие требования, предъявляемые к установкам автоматического газового пожаротушения (УАГП).

2.1. Требования к аппаратуре управления установок автоматических газового пожаротушения.

2.2. Требования к помещению станции пожаротушения.

3. Устройство и принцип работы установок газового пожаротушения.

3.1. Конструкция установок газового пожаротушения.

3.2. Запорно-пусковые устройства установок автоматических газового пожаротушения.

3.3. Выпускные насадки установок автоматических газового пожаротушения.

4. Виды и характеристики газовых огнетушащих средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС Россия, 2007. –298 с. (с. 92-152).

1. Классификация и область применения газовых установок пожаротушения

Применение газовых огнетушащих средств: двуокиси углерода, хладонов, азота, аргона, галоидированных углеводородов и их смесей - может обеспечить тушение большинства горючих жидкостей, газов, твердых веществ и материалов. Основными объектами применения установок газового пожаротушения являются энергетические объекты (трансформаторы напряжением более 500 кВ; кабельные туннели, шахты, подвалы и полуэтажи); маслоподвалы металлургических предприятий; турбогенераторы ТЭЦ, ГРЭС (используется технологическая двуокись углерода); окрасочные цехи, склады огнеопасных жидкостей и лакокрасочных материалов; моторные и топливные отсеки кораблей, самолетов, тепловозов и электровазов; лабораторные помещения с использованием большого количества огнеопасных жидкостей; склады ценных материалов (для пищевых продуктов следует применять азот и двуокись углерода), в том числе таможенные; контуры теплоносителей АЭС (жидкий азот); склады меховых изделий (двуокись углерода); помещения вычислительных центров (машинные залы, центры управления - главным образом инерген и хладон); библиотеки, музеи, архивы (используются в основном хладоны и двуокись углерода), банковские хранилища (двуокись углерода). Установки газового пожаротушения составляют около 15 % от общего числа АУП [28].

Специфика применения установок автоматических газового пожаротушения предъявляет особые требования к разработчикам, изготовителям и проектировщикам таких систем. Это связано с обеспечением безопасной эксплуатации оборудования систем газового пожаротушения, работающего под высоким давлением сжатого воздуха, азота или газовых огнетушащих средств (ГОС). Поэтому разработку, изготовление, проектирование, монтаж и эксплуатацию УАГП осуществляет ограниченное число специализированных организаций, имеющих на это соответствующие лицензии. Среди них: ЗАО МЭЗ «СПЕЦАВТОМАТИКА», ЗАО «КОСМИ», ЗАО

Управление техническими системами

«Инженерный Центр-Спецавтоматика», ЗАО «АРТСОК», НПО «Астрофизика», ОАО «МГП СПЕЦАВТОМАТИКА», ООО «НПО Пожарная автоматика сервис», ООО «Противопожарная автоматика-ГАЛАКС» и др.

Исследованиям в области разработки, применения, проектирования установок газового пожаротушения и их надежности посвящены работы отечественных ученых: Н. И. Мантурова, А. А. Родэ, А. Н. Баратова, Н. Ф. Бубыря, В. А. Меркулова, А. Ф. Жевлакова, В. М. Николаева, С. С. Пустынникова, Г. Х. Харисова, Ю. В. Быстрова, В. А. Литвинова и др.

Из зарубежных поставщиков оборудования установок газового пожаротушения заслуженное признание в Российской Федерации получили фирмы «ANSUL Inc» (США), «MINIMAX GmbI» (Германия), «LPG» (Испания), «KIDDE DEUGRA», «GERBERUS GUINARD» (Швейцария), «TORMADO» (Австрия), «Chubb» (Великобритания), «EUSEBI IMPIANT» (Италия), «Fire Eater^{AVS}» (Дания).

1.1. Классификация и область применения газовых установок пожаротушения

Установки автоматические газового пожаротушения (УАГП) применяются для ликвидации пожаров классов А, В, С по ГОСТ 27331-87 [29] и электрооборудования. Газовые средства недостаточно эффективны для тушения веществ, содержащих связанный кислород; волокнистых, сыпучих, пористых и склонных к тлению внутри объема веществ (хлопок, травяная мука и др.); веществ, склонных к тлению и горению без доступа воздуха; гидридов металлов, пирофорных веществ и порошков металлов (натрий, калий, магний, титан и др.) [19]. В последнем случае для тушения пирофорных материалов и щелочных металлов используется жидкий азот [20] или специальные порошковые составы. Классификация УАГП [31, 32] представлена на рис. 4.1.

Технологическая часть установки (типовой вариант) в зависимости от способа хранения газового огнетушащего вещества и конструктивного исполнения содержит:

- а) *модульную установку:*
 - модули газового пожаротушения (далее - модули);
 - распределительные трубопроводы;
 - насадки;
- б) *централизованную установку:*

Управление техническими системами

- батареи газового пожаротушения, модули или изотермические резервуары, размещенные в помещении станции пожаротушения;
- коллектор в станции пожаротушения и установленные на нем распределительные устройства;
- магистральный и распределительный трубопроводы;
- насадки.

Кроме того, в состав технологической части установки может входить побудительная система.

В состав электротехнической части входит система обнаружения пожара, контроля и управления УАГП.

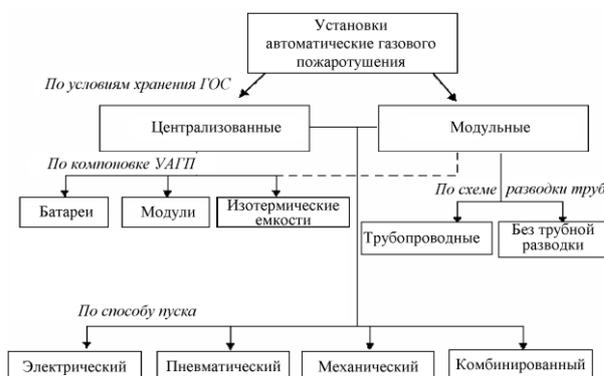


Рис. 4.1. Классификация установок автоматических газового пожаротушения

Для автоматической установки газового пожаротушения могут быть предусмотрены следующие виды включения (пуска):

- автоматический (основной);
- дистанционный (ручной);
- местный (ручной).

По условиям хранения газовых огнетушащих составов и функциональному признаку УАГП бывают централизованные и модульные.

Централизованная установка - установка газового пожаротушения, в которой баллоны с газом размещены в помещении станции пожаротушения.

Модульная установка - установка газового пожаротушения, содержащая один или несколько модулей газового пожаротушения, баллоны которых размещены в защищаемом помещении или рядом с ним.

На практике основными критериями выбора типа УАГП являются:

- 1) количество защищаемых помещений на объекте;
- 2) объемы защищаемых помещений;

Управление техническими системами

- 3) наличие специального помещения для размещения станции пожаротушения;
- 4) удаленность защищаемых помещений от станции пожаротушения.

По способу пуска УАГП распределяются следующим образом: с электрическим пуском - 64,6 %; с пневматическим пуском - 27,6 %; с механическим (тросовым) пуском - 4,4 %; с комбинированным пуском - 3,4 %.

Местный пуск УАГП осуществляют из станции пожаротушения. Для этого вручную открывают клапан распределительного устройства на нужном направлении и головку-затвор на пусковом баллоне или модуле. Для периодической подкачки воздуха в побудительные и пусковые баллоны предусмотрена зарядная станция, баллон-ресивер и распределитель воздуха. Для защиты больших по объему помещений, а также при наличии на объекте нескольких помещений, требующих применения систем газового пожаротушения, часто эффективнее (по металлоемкости и стоимостным показателям) использовать именно централизованную УАГП (рис. 4.2).

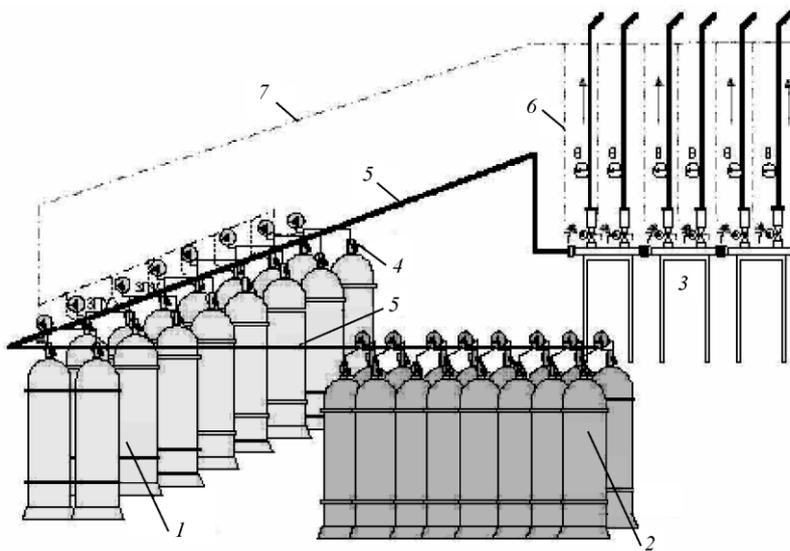
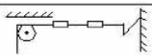


Рис. 4.2. Централизованная УАГП на шесть направлений тушения:
1 – УАГП с рабочими модулями; 2 – УАГП с резервными модулями;
3 – распределительное устройство; 4 – запорно-пусковое устройство;
5 – общий коллектор; 6 – пусковые цепи; 7 – СДУ

При разработке чертежей и экспертизе проектов УАГП используют условные обозначения приборов и аппаратуры, установленные РД 25.95390 [33], ГОСТ 12.1.114-82* [34], ГОСТ 2.601-95 ЕСКД [35] и другими нормативно-техническими документами. В табл. 4.1 представлены условные обозначения, используемые в отечественной, а также зарубежной практике проектирования систем газового пожаротушения.

Управление техническими системами

Условные обозначения элементов УАГП

	Обозначение
Приемно-контрольный прибор управления	 ARK
Вентиль с электроприводом	
Замок тросовой системы пуска	
Ролик и приспособление натяжения троса с замками	
Сигнализатор давления универсальный	
Выпускной насадок	
Головка-затвор с электроприводом	
Клапан двойного действия для батарей УАГП	
Кнопка (пульт, щиток) дистанционного управления	
Модуль установки газового пожаротушения	
Датчик контактный	
Комбинированный светозвуковой оповещатель	
Трубопроводы систем газового пожаротушения	
Баллон испытательный переносной	
Распределительное устройство	

Работа установки происходит по следующей схеме. При пожаре в одном из защищаемых помещений срабатывает автоматическая система пожарной сигнализации (АПС) от двух извещателей по схеме логического «И».

Пусковой приемно-контрольный прибор управления (ППКПУ) включает информационное табло «Газ - уходи!» и звуковую сирену внутри защищаемого помещения, а также табло «Газ - неходи!» снаружи помещения.

После этого, с задержкой по времени, достаточной для эвакуации людей, подается управляющий импульс от пускового блока ППКПУ на срабатывание запорно-пусковых устройств (ЗПУ) на требуемом расчетном количестве модулей и ЗПУ на распределительном устройстве (РУ) по направлению тушения пожара.

Газовый огнетушащий состав по магистральному трубопроводу подается в защищаемое помещение. При этом срабатывает сигнализатор давления (СДУ), который выдает информационный сигнал на ППКПУ. Для того чтобы исключить ложное срабатывание УАГП в помещении, когда в нем находятся люди, на входную дверь устанавливается концевой выключатель, с помощью которого при открывании двери (в начале рабочего дня) ППКПУ переводится из автоматического режима

Управление техническими системами

работы в ручной. Пуск УАГП возможен только от кнопки дистанционного пуска и при закрытой входной двери помещения.

Хранение огнетушащего вещества УАГП осуществляется в модулях, батареях и в изотермических емкостях.

Батарея газового пожаротушения - группа модулей газового пожаротушения, объединенных общим коллектором и устройством ручного пуска.

Модуль газового пожаротушения - баллон с запорно-пусковым устройством для хранения и выпуска газовых огнетушащих веществ.

Рабочее давление ГОС в модулях и батареях составляет 5-15 МПа.

За счет высокого давления достигается требуемая интенсивность подачи ГОС в защищаемое помещение и его расчетное время выпуска. Модули являются сборочными унифицированными устройствами, способными в комплекте с приборами управления самостоятельно выполнять задачу по тушению пожара. Для защиты небольших помещений кладовых, помещений с электронной аппаратурой или ЛВЖ допускается применять модульные УАГП без использования трубной разводки (рис. 4.3). При этом на резьбу выходного штуцера модуля крепится короткий отрезок трубы $B = 20$ мм, на котором устанавливается выпускной насадок. Так как в этом случае модуль размещается у стены или в углу помещения, выпускной насадок должен иметь ориентированный факел распыла и угол выброса, равный 180° («пристенный») или 90° («угловой»).

Следует помнить, что при использовании такой схемы УАГП расстояние между выпускным насадком и стенами не должно превышать предельно допустимых значений, по условию распыления ГОС и создания равномерной расчетной концентрации в объеме помещения. Размещение выпускных насадков определяется технической документацией и расчетом.

Изотермическая емкость - специальный резервуар для хранения двуокиси углерода при низком (до $P = 2,0$ МПа) давлении, оборудованный системой поддержания заданной температуры.

По способу тушения УАГП делятся на установки объемного и локального (местного) пожаротушения.

Управление техническими системами

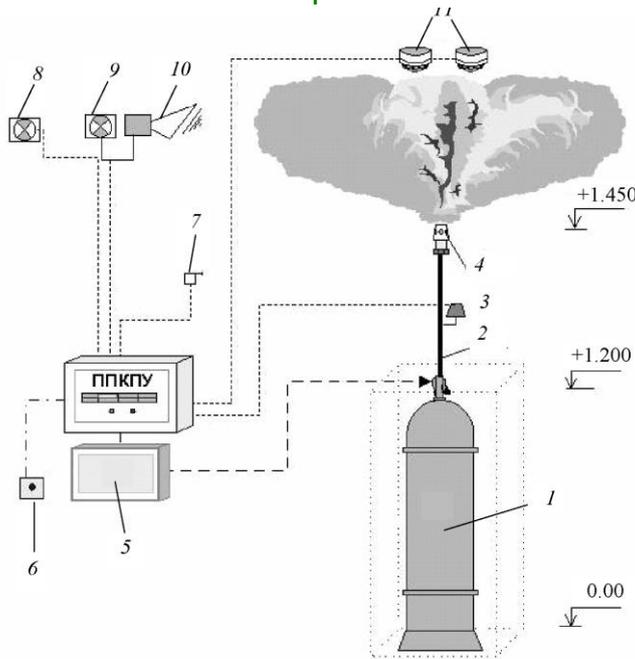


Рис. 4.3. Схема модульной УАГП без трубной разводки:
 1 – модуль МГП 16-25; 2 – трубопровод; 3 – СДУ; 4 – выпускной насадок; 5 – модуль пуска;
 6 – кнопка ручного пуска; 7 – датчик контроля двери; 8 – табло «Газ – не входи!»;
 9 – табло «Газ – уходи!»; 10 – звуковая сирена; 11 – пожарные извещатели

При объемном пожаротушении огнетушащее вещество распределяется равномерно и создается огнетушащая концентрация во всем объеме помещения, что обеспечивает эффективное тушение в любой точке помещения, в том числе и труднодоступной. Установка объемного пожаротушения предназначена для создания среды, не поддерживающей горение во всем объеме защищаемого помещения (сооружения).

Установки объемного пожаротушения (кроме установок азотного и аргонового пожаротушения) применяются для защиты помещений (оборудования), имеющих стационарные ограждающие конструкции с параметром негерметичности не более значений, указанных в табл. 4.2 [36].

Таблица 4.2

Значения параметра негерметичности

Параметр негерметичности, не более, м ⁻¹	Объем защищаемого помещения, м ³
0,016	От 75 до 100
0,010	» 250 » 300
0,008	» 400 » 500
0,006	» 750 » 1000
0,0045	» 1500 » 2000
0,0030	» 4000 » 5000
0,001	Свыше 10000

При разделении объема защищаемого помещения на смежные зоны (фальшпол, фальшпотолок и т. п.) параметр негерметичности не должен превышать указанных значений для каждой зоны. Параметр негерметичности определяют без учета проемов в ограждающих поверхностях между смежными зонами, если в них предусмотрена одновременная подача газовых огнетушащих веществ. Для установок азотного и аргонного пожаротушения параметр негерметичности не должен превышать $0,001 \text{ м}^{-1}$.

Способ *локального тушения* основан на создании концентрации огнетушащего вещества в пожароопасном пространственном участке помещения и применяется для тушения пожаров отдельных агрегатов и оборудования при невозможности или нецелесообразности тушения в объеме всего помещения.

Установка локального пожаротушения по объему - установка объемного пожаротушения, воздействующая на часть объема помещения и (или) на отдельную технологическую единицу. Установка локального тушения аналогична устройству установки объемного тушения, но в отличие от нее разводка распределительных трубопроводов выполняется не по всему помещению, а непосредственно над пожароопасным оборудованием. В случае, если над защищаемым оборудованием невозможно или нецелесообразно монтировать стационарный распределительный трубопровод, локальный пожар тушится вручную от полуавтоматических установок, соединенных магистральным трубопроводом со станцией пожаротушения. Установки локального пожаротушения по объему применяются для тушения пожара отдельных агрегатов или оборудования в тех случаях, когда применение установок объемного пожаротушения технически невозможно или экономически нецелесообразно.

На рис. 4.4 в качестве примера представлена схема установки локального пожаротушения по объему трех емкостей с ЛВЖ. Выпускные насадки располагаются в трех уровнях по высоте: над защищаемым оборудованием, под рабочей площадкой и в поддоне для сбора пролитой горючей жидкости.

Управление техническими системами

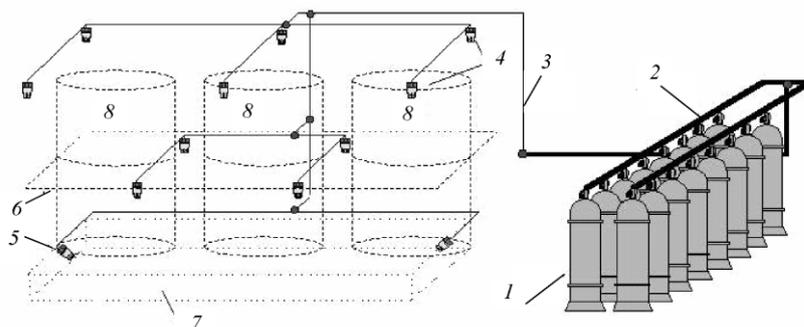


Рис. 4.4. Технологическая схема локально-объемной установки пожаротушения:
 1 – батарея Б8-40 (рабочие и запасные модули); 2 – общий коллектор;
 3 – магистральный трубопровод; 4 – выпускные насадки над емкостью с ЛВЖ;
 5 – выпускные насадки в поддоне; 6 – рабочая площадка; 7 – поддон;
 8 – защищаемая емкость с ЛВЖ

2. Общие требования, предъявляемые к установкам автоматическим газового пожаротушения (УАГП)

При обследовании смонтированных УАГП, или проведении экспертизы проектной документации, следует обращать внимание на следующие особенности использования систем газового тушения.

Централизованные установки, кроме расчетного количества ГОС, должны иметь его 100%-ный резерв. Допускается совместное хранение расчетного количества и резерва ГОС в изотермическом резервуаре при условии оборудования последнего запорно-пусковым устройством с реверсивным приводом и техническими средствами его управления.

Модульные установки, кроме расчетного количества ГОС, должны иметь его 100%-ный запас. При наличии на объекте нескольких модульных установок запас предусматривается в объеме, достаточном для восстановления работоспособности установки, сработавшей в любом из защищаемых помещений объекта. Запас следует хранить в модулях, аналогичных модулям установок. Модули с запасом ГОС должны храниться на складе объекта или организации, осуществляющей сервисное обслуживание установок пожаротушения.

УАГП должна обеспечивать задержку выпуска газового огнетушащего вещества в защищаемое помещение при автоматическом и дистанционном пуске на время, необходимое для эвакуации из помещения людей, отключение вентиляции (кондиционирования и т. п.), закрытие заслонок (противопожарных клапанов и т. д.). Инерционность установки (время срабатывания без учета времени задержки выпуска ГОС) не должно превышать 15 с. Подача 95 % массы ГОС должна производиться за временной интервал, не превышающий:

Управление техническими системами

- 10 с - для модульных установок, в которых в качестве ГОТВ применяются сжиженные газы (кроме двуокиси углерода);
- 15 с - для централизованных установок, в которых в качестве ГОС применяются сжиженные газы (кроме двуокиси углерода);
- 60 с - для модульных и централизованных установок, в которых в качестве ГОС применяются двуокись углерода или сжатые газы (азот, аргон, инерген).

В централизованных установках модули и батареи следует размещать в станциях пожаротушения. В модульных установках модули могут располагаться как в самом защищаемом помещении, так и за его пределами, в непосредственной близости от него. Распределительные устройства следует размещать, как правило, в помещении станции пожаротушения. Размещение технологического оборудования централизованных и модульных установок должно обеспечивать возможность их обслуживания.

При подключении двух и более модулей к коллектору применяют баллоны одного типоразмера с равным наполнением ГОС и давлением газа-вытеснителя (если в качестве ГОС применяется сжиженный газ) и с равным давлением ГОС, если применяется сжатый газ. Подключение модулей к коллектору следует производить через обратный клапан или аналогичное устройство, автоматически исключающее потери ГОС из коллектора при отключении одного из модулей. Модули, содержащие сжиженные газы без газа-вытеснителя, должны быть оборудованы устройствами контроля его массы. При использовании в качестве ГОС сжатого газа, а также газа-вытеснителя, сосуды обеспечиваются устройствами контроля давления.

Трубопроводы установок следует выполнять из стальных бесшовных горячедеформированных (или холоднодеформированных) труб по ГОСТ 8732 или ГОСТ 8734. Соединения трубопроводов в установках пожаротушения должны быть сварными или резьбовыми. На конце каждого участка распределительного трубопровода следует установить грязевую ловушку - ниппель длиной не менее 50 мм от последнего тройника. Система распределительных трубопроводов, как правило, должна быть симметричной. Внутренний объем трубопроводов не должен превышать 80 % объема жидкой фазы расчетного количества ГОС при температуре 20 °С.

Централизованные установки должны быть оснащены устройствами местного пуска. Для модульных установок, модули которых размещены в защищаемом помещении, местный пуск должен быть исключен, а пусковые элементы на модулях

Управление техническими системами

должны быть заблокированы. Пусковые устройства должны располагаться на высоте не более 1,7 м от пола и иметь защиту от несанкционированного пуска. Размещение устройств дистанционного пуска допускается в помещении пожарного поста или другом помещении с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство [19].

2.1. Требования к аппаратуре управления установок автоматических газового пожаротушения

Для управления УАГП широко применяются как специальные устройства и приборы управления: «РОСА-2SL», «С2000-АСПТ», «АРГУС-ППУ», «СPL-4», «ГЕРМЕС», так и комплексы технических средств для построения адресно-аналоговых систем обработки сигнала о пожаре фирм «SECURITON» (Швейцария), «HONEYWELL» (США), «eff- eff» и «ESSER» (Германия), «SCHRACK» (Австрия), «ESMI» (Финляндия), «GERBEROS» (Швейцария) и др.

Наряду с общепринятыми задачами для АПС, приборы управления позволяют осуществлять специфические функции, определяемые требованиями нормативных документов для УАГП [19]:

- ❖ контроль состояния шлейфов АПС и концевого выключателя на входной двери защищаемого помещения;
- ❖ ввод команд с клавиатуры и контроль состояния переключателя режимов работы;
- ❖ управление средствами световой и звуковой индикации;
- ❖ автоматический пуск средств пожаротушения при обнаружении пожара в защищаемом помещении;
- ❖ блокировку автоматического пуска при открытой входной двери в защищаемое помещение;
- ❖ переход из автоматического режима в ручной и наоборот с помощью переключателя режима работы;
- ❖ тестирование средств пожаротушения, индикации шлейфов АПС и извещателей.

Аппаратура управления установок пожаротушения должна обеспечивать:

- а) формирование команды на автоматический пуск установки пожаротушения при срабатывании двух пожарных извещателей по схеме логического «И»;

Управление техническими системами

- б) автоматическое переключение цепей управления, сигнализации с основного ввода электроснабжения на резервный при исчезновении напряжения на основном вводе;
- в) формирование команды на управление технологическим оборудованием, инженерными системами и вентиляцией.
- г) срабатывание *световой и звуковой сигнализаций* (в помещении пожарного поста или охраны):
- о возникновении пожара (с расшифровкой по направлениям или помещениям в случае применения адресных систем пожарной сигнализации);
 - о срабатывании установки и прохождении огнетушащего вещества к защищаемому помещению (с расшифровкой по направлениям или помещениям);
- световой сигнализации:*
- о наличии напряжения на основном и резервном вводах электроснабжения;
 - об отключении звуковой сигнализации о неисправности (при отсутствии автоматического восстановления сигнализации);
- д) дистанционный пуск установки (у входов в защищаемые помещения, допускается в помещении пожарного поста);
- е) автоматический контроль:
- ❖ электрических цепей управления пусковыми устройствами и цепей пусковых устройств на обрыв;
 - ❖ давления в пусковых баллонах и побудительном трубопроводе для УАГП;
- ж) задержку выпуска газового огнетушащего вещества в защищаемое помещение при автоматическом и дистанционном пуске на время, необходимое для эвакуации из помещения людей, отключение вентиляции (кондиционирования и т. п.), закрытие заслонок (противопожарных клапанов и т. д.), но не менее 10 с от момента включения в помещении устройств оповещения об эвакуации;
- з) отключение автоматического и дистанционного пуска установки с индикацией отключенного состояния при открывании дверей в защищаемое помещение.

На дверях в защищаемые помещения необходимо предусматривать устройства, отключающие автоматический пуск установки при их открывании.

Перед входами в защищаемые помещения необходимо предусматривать сигнализацию об отключении автоматического пуска установки. В помещении пожарного поста или другом помещении с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство, должна быть предусмотрена *световая и звуковая сигнализации:*

- о неисправности установки;

Управление техническими системами

- о падении давления в побудительных трубопроводах и пусковых баллонах до предельно допустимого значения, указанного в технической документации на УАГП;
- об исчезновении напряжения на основном и резервном вводах электроснабжения (звуковой сигнал общий);

световая сигнализация:

- ❖ об отключении автоматического пуска (с расшифровкой по защищаемым направлениям или помещениям).

В помещении станции пожаротушения должна быть визуальная индикация о падении давления в побудительных трубопроводах и пусковых баллонах.

Для управления системами УАГП могут быть использованы специальные устройства и адресно-аналоговые приборы АПС.

На рис. 4.5 представлена типовая схема размещения оборудования модульных АУГП и устройств электроуправления в двух смежных защищаемых помещениях. В качестве примера эффективной реализации перечисленных функций управления установкой газового пожаротушения представлены устройства: «АСТ-4.2» и «ГЕРМЕС» («СТАЛТ»), адресно-аналоговый прибор «MCU 211» («Securiton») и прибор управления «РОСА-2SL».

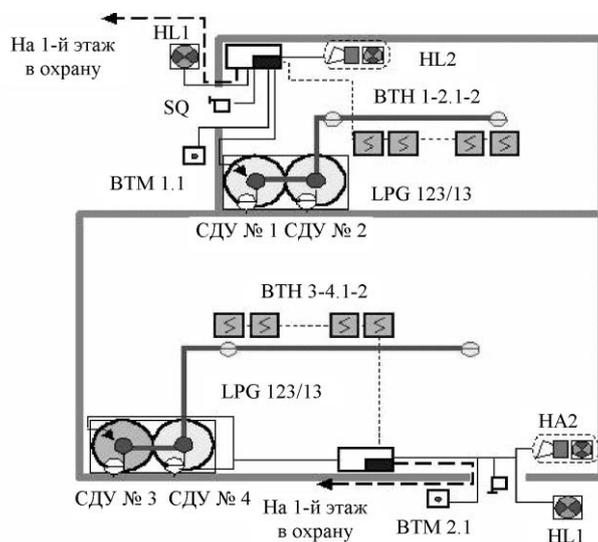


Рис. 4.5. План защищаемых помещений с расстановкой оборудования УАГП

Управление техническими системами

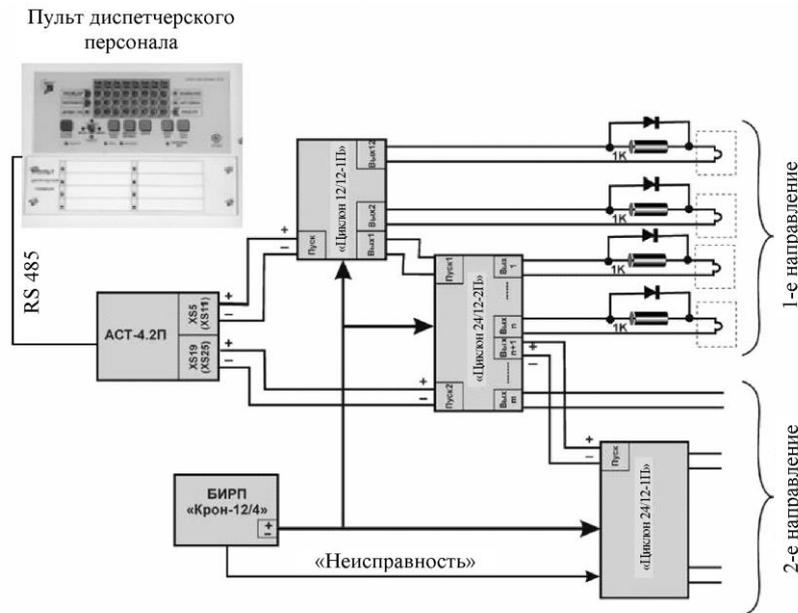


Рис. 4.6. Структурная схема системы электроуправления на базе «АСТ-4.2П»

ППКиУП «АСТ-4.2П» (рис. 4.6) предназначен для противопожарной защиты объектов промышленного и гражданского назначения по двум независимым направлениям газового пожаротушения с обеспечением автоматического пуска резерва по обоим направлениям. Обеспечена выдача команд для управления другими устройствами и передача информации на ПЦН.

Блок расширения для приборов управления «Циклон» предназначен для совместной работы с ППКИУП «АСТ-4.2П» либо блоками «ГЕРМЕС-Т» и служит для управления пуском до 24 газовых модулей. К одному ППКИУП «АСТ-4.2П» непосредственно может подключаться до 4 блоков «Циклон» (по 2 в каждое направление). Для увеличения числа управляемых модулей возможен запуск БР «Циклон» от БР «Циклон» (неограниченно). Прибор обеспечивает индивидуальный контроль каждой выходной пусковой цепи на исправность (отдельно на ОБРЫВ и КЗ), принимает и передает сигналы о неисправностях и вскрытии корпуса изделия. Принимают следующие параметры пусковых импульсов: напряжение 12 (24) В, до 2,5 (3,7) А; интервал пуска (длительность пускового импульса) от 0,5 до 10 с.

Прибор управления «ГЕРМЕС» разработан компанией «СТАЛТ» и предназначен для построения адресно-аналоговых систем управления газовыми УАГП. «ГЕРМЕС» программируется для работы с извещателями и модулями «System Sensor» серий 200/500 либо ЕСО2000. К прибору подключается два кольцевых шлейфа. Число защищаемых направлений газового пожаротушения может быть увеличено до 30 (рис. 4.7).

Управление техническими системами

Электроуправление АУП осуществляется через модули автоматики «ГЕРМЕС-Т» (от одного до трех направлений). Пуск производится непосредственно от модулей «ГЕРМЕС-Т-1», либо через блоки расширения «Циклон» (при большом количестве исполнительных устройств). При любой архитектуре системы обеспечивается индивидуальный контроль каждой исполнительной цепи. Прибор поддерживает два различных протокола обмена с извещателями. Отличительной особенностью схемы приборов является возможность работы с адресно-аналоговыми дымовыми, тепловыми, ручными и комбинированными пожарными извещателями серии ЕСО2003, СО2005, ЕСО2001, Е8М12251ТЕМ.

В состав структуры системы электроуправления входят: адресный приемно-контрольный прибор; модули автоматики пожаротушения, выносные сигнальные устройства. Базовое исполнение ППКИПУ «ГЕРМЕС- 232» или «ГЕРМЕС-532» обеспечивает полный набор выполняемых функций по НПБ-88: приём адресно-аналоговой информации от адресных АПИ в двух кольцевых шлейфах; контроль внешних цепей и устройств; управление АУП с формированием импульса запуска при срабатывании двух или трех пожарных извещателей, установленных в одном защищаемом помещении, с программированной задержкой времени пуска; формирование выходных сигналов и команд на адресные исполнительные элементы, пульт централизованного наблюдения (ПЦН) и другие устройства.

Управление техническими системами

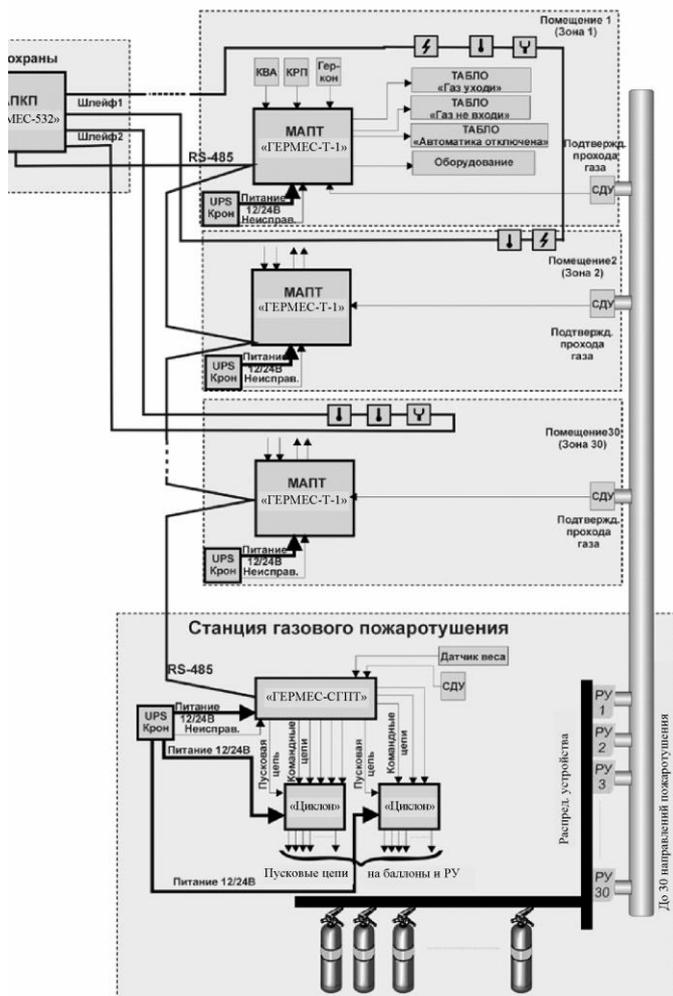


Рис. 4.7. Структурная схема системы противопожарной защиты объекта на 30 направлений тушения с использованием ППКПУ «ГЕРМЕС»

Прибор «POCA-2SL» имеет 8 выходных цепей для подключения модулей УАГП с возможностью расширения до 16 (рис. 4.8). Ток в цепи режима пуска составляет 3А. В функции установок при пожаре также входит подача управляющего импульса на отключение вентиляционных приточно-вытяжных устройств при срабатывании системы АПС. С целью исключения ложных срабатываний проектируемой системы противопожарной защиты формирование управляющего сигнала на включение модульных установок газового пожаротушения осуществляется по схеме совпадения сигнала, при срабатывании двух пожарных извещателей.

Управление техническими системами

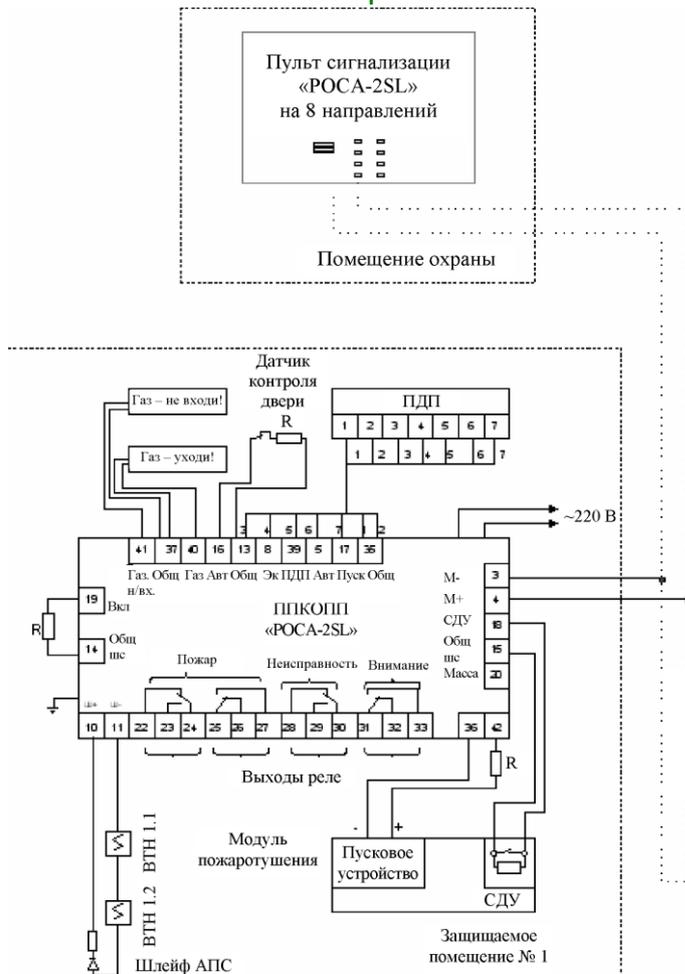


Рис. 4.8. Прибор управления «РОСА-28Б»

Защита помещений может быть также эффективно реализована с применением адресно-аналоговой аппаратуры «SecuriPro MCU 211». Для обеспечения автоматической противопожарной защиты помещений используется адресно-аналоговая система АПС с автоматическим самоконтролем. Защищаемое помещение оборудуется дымовыми оптоэлектронными пожарными извещателями типа SSD 531/501 фирмы «Securiten».

В каждом помещении устанавливается три адресно-аналоговых дымовых извещателя SSD 531/501 (п. 13.3* НПБ 88-2001* [19]). Расстояние между дублирующими извещателями до 2,0 м. Расстояние от извещателя до стены 2,5 м.

С целью повышения надежности получения достоверной информации о пожаре, с точной адресацией места его возникновения, в качестве приёмной аппаратуры АПС принята гибкая многофункциональная аппаратура «MCU» 211» фирмы «Securiton». Подключение информационных параметров в виде адресных команд в кольцевую сеть АПС осуществляется через модуль IOM 81.

Управление техническими системами

В дежурном режиме работы установки приборы пожарной сигнализации осуществляют постоянный контроль за появлением дыма в защищаемых помещениях. При пожаре на приемную аппаратуру пожарной сигнализации выдается соответствующий сигнал о пожаре. Командный импульс на включение от прибора «МСU 211» через релейный модуль IOM 81 подается на электропривод МГП. При этом через релейный модуль обеспечивается включение предупредительной сигнализации (сирена, табло «Газ - уходи!» «Газ - не входи!») и включение электропривода запорнопускового устройства МГП. От импульса электрического тока вскрывается головка-затвор, установленная на модуле МГП. Огнетушащее вещество из баллонов поступает по трубопроводам к насадкам, через которые выходит в защищаемое помещение, создавая своими парами огнетушащую концентрацию. При поступлении огнетушащего вещества в магистральный трубопровод срабатывает сигнализатор давления СДУ и выдает сигнал о срабатывании установки на приемный пульт.

Приемно-контрольная аппаратура позволяет производить отключение, включение и управление внешними электрическими устройствами. Отключение систем вентиляции производится непосредственно от релейной группы (нагрузочная характеристика выходных контактов реле IOM-81 до $U = 220$ В и не более $I = 3,0$ А) при срабатывании автоматической пожарной сигнализации при пожаре.

Прибор управления «SecuriPro MSU 211» устанавливается в помещении охраны. Релейный модуль «IOM 81» размещается у защищаемого помещения. Пульт дистанционного пуска ПДП (ручной адресный извещатель ET 513-30) размещается снаружи помещения на высоте 1,5 м от пола.

Для получения информации о срабатывании УАГП и подаче огнетушащего средства в помещение служит сигнализатор давления универсальный (СДУ) (рис. 4.9). Сигнализатор реагирует на изменение давления замыканием/размыканием контактной группы.

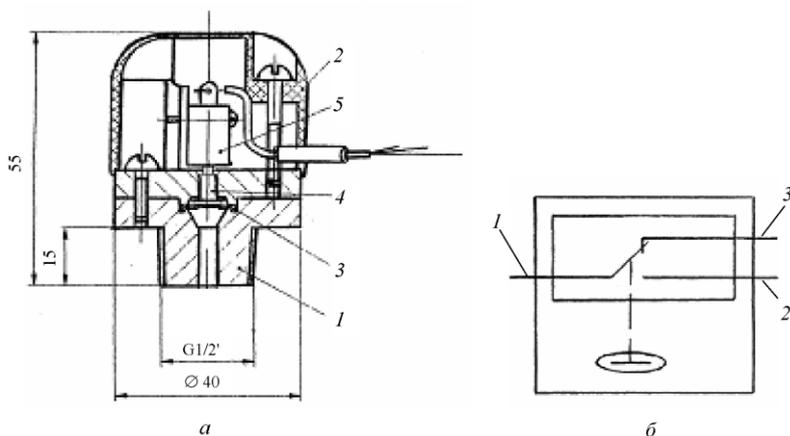


Рис. 4.9. Сигнализатор давления универсальный СДУ-М:
а – габаритный чертеж СДУ; 1 – штуцер; 2 – крышка; 3 – мембрана;
 4 – плунжер; 5 – микропереключатель;
б – схема электрическая принципиальная СДУ-М; 1 – длинный вывод;
 2 – средний вывод; 3 – короткий вывод

Сигнализатор рассчитан на круглосуточный режим работы. Технические характеристики СДУ-М представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Технические характеристики СДУ-М

Наименование	Значение характеристики
Давление рабочей газовой среды под мембраной сигнализатора, МПа	0,02–12,0
Давление рабочей водяной или пенной среды под мембраной сигнализатора, МПа	0,02–1,5
Давление срабатывания сигнализатора, МПа	0,02–0,6
Время срабатывания сигнализатора, с, не более	2
Коммутируемый ток, А, не более:	
- постоянный	4,0
- переменный	3,0
Коммутируемое напряжение, В, не более:	
- постоянное	30,0
- переменное	250,0
Масса сигнализатора, кг, не более	0,4
Срок службы сигнализатора, лет, не менее	10

2.2. Требования к помещению станции пожаротушения

Помещения станций пожаротушения, как правило, необходимо располагать в подвале, цокольном этаже или на первом этаже зданий. Допускается размещение станции пожаротушения выше первого этажа, при этом подъемно-транспортные устройства зданий, сооружений должны обеспечивать возможность доставки оборудования к месту установки и проведения эксплуатационных работ. Выход из станции следует предусматривать наружу, на лестничную клетку, имеющую выход

Управление техническими системами

наружу, в вестибюль или в коридор, при условии, что расстояние от выхода из станции до лестничной клетки не превышает 25 м и в этот коридор нет выходов из помещений категорий А и Б.

Помещения станций пожаротушения должны быть отделены от других помещений противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа. Помещения станции нельзя располагать под и над помещениями категорий А и Б. Помещения станций должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией не менее чем с двукратным воздухообменом, а также телефонной связью с помещением дежурного персонала, ведущим круглосуточное дежурство.

У входа в помещение станции должно быть установлено световое табло «Станция пожаротушения». Входная дверь должна иметь запорное устройство, исключающее несанкционированный доступ в помещение станции пожаротушения.

При наличии нескольких направлений подачи ГОС пусковые элементы устройств местного пуска батарей (модулей) и распределительных устройств должны иметь таблички с указанием защищаемого помещения (направления) [19].

3. Устройство и принцип работы установок газового пожаротушения

3.1. Конструкция установок газового пожаротушения

Основной особенностью установок газового пожаротушения является наличие специальной системы хранения огнетушащего вещества. УАГП по своей конструкции различаются большим разнообразием. Огнетушащее вещество в установке может находиться в модулях (баллонах), батареях и в изотермических емкостях. Модули могут быть следующих типоразмеров по объему: 8; 10; 25; 40; 50; 67,5; 80; 100; 150 и 160 л.

ЗАО МЭЗ «Спецавтоматика» - ведущий разработчик и поставщик средств УАГП в России. Завод серийно выпускает УАГП широкого спектра типоразмеров и конструкций. Модули 1М2-8 используются для защиты небольших помещений и пространств за подвесными потолками и в фальшполах (рис. 4.10).

Конструкция модулей 1М2-8 достаточно проста, а для удобства монтажа и улучшения дизайна УАГП выполнена в закрытом шкафу, который может размещаться напольно. Оба модуля имеют пуск от пиропатронов типа ПП-3, размещенных в ЗПУ ГЗСМ (автоматическая головка-затвор для выпуска заряда).

Управление техническими системами

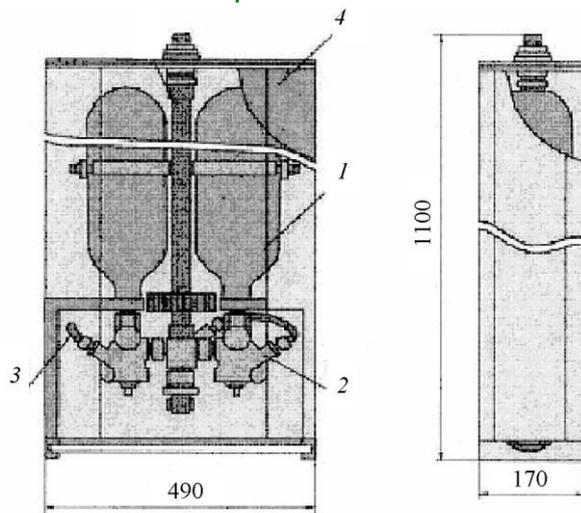


Рис. 4.10. Конструкция модуля IM2-8:
1 – баллон; 2 – запорно-пусковое устройство (ЗПУ); 3 – пиропатрон; 4 – шкаф

Комплект модулей типа 1М1-40 (рис. 4.11, а) (автоматический с электрическим пуском) состоит из одной или нескольких секций, в каждую из которых входят два 40-литровых баллона с огнетушащим веществом. Все баллоны смонтированы на основании металлической рамы. На 40литровых баллонах установлены головки типа ГЗСМ.

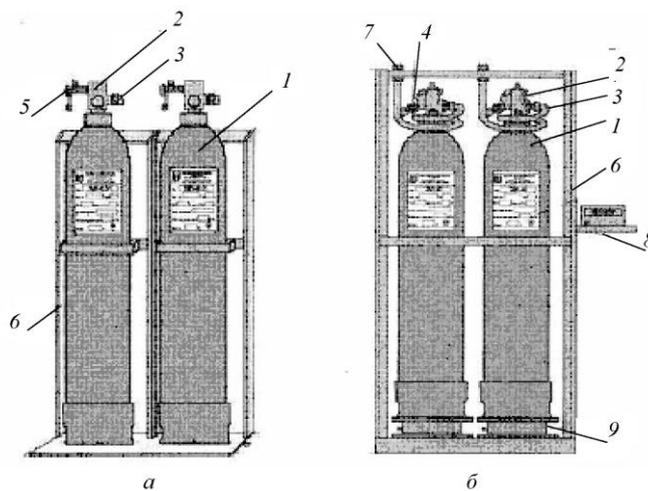


Рис. 4.11. Конструкция модулей 1М1-40 (а) и 2М1-40 (б):
1 – модуль 1М1-40 и 2М1-40; 2 – ЗПУ; 3 – пиропатрон; 4 – накидная гайка; 5 – ручной пуск;
6 – рама; 7 – присоединительный штуцер; 8 – индикатор массы; 9 – весовая площадка

Выпускные головки баллонов соединительными трубками связаны с общим секционным коллектором. Модуль 2М1-40 (рис. 4.11, б) отличается устройством индикатора контроля потери массы. На передней панели модулей установлены манометры и рукоятки ручного пуска головок ГЗСМ.

Управление техническими системами

В модуле 1М1-40 включение головки ГЗСМ осуществляется электроприводом с помощью пиропатрона типа ПП-3. Количество баллонов с огнетушащим веществом может быть увеличено за счет секции наборной, состоящей из четырех 40-литровых баллонов, смонтированных между собой коллекторами. Модули являются аналогами распространенных и ранее выпускавшихся установок с электропуском типа БАГЭ и УАГЭ.

В батарею хладонового пожаротушения 1Б2-10-40 (табл. 4.4) с электрическим пуском включается от двух до десяти 40-литровых баллонов (рабочих и резервных) с пусковым баллоном (запорная головка типа ГЗСМ). В батарее 2Б2-40 (табл. 4.5) используется огнетушащее вещество типа CO₂.

Таблица 4.4

Основные технические данные батарей хладонового пожаротушения типа 1Б2-10-40

Наименование	Рабочий баллон У = 40 л									
	1Б2-40	1Б3-40	1Б4-40	1Б5-40	1Б6-40	1Б7-40	1Б8-40	1Б9-40	1Б10-40	
Коллектор Д, мм	32×3	38×3	57×3,5				68×4			
Габариты, мм	A	530	770	1010	1250	1490	1730	1970	2210	2450
	B	320								
	C	1840								
Количество баллонов	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Масса батареи, кг	149	185	229	280	343	387	438	482	533	
Максимальная загрузка ГОС, кг	хладон 114В2	120	180	240	300	360	420	480	540	600
	хладон 125	72	108	144	180	216	252	288	324	360
Защищаемый объем, м	хладон 114В2	134	201	268	335	402	469	536	603	670
	хладон 125	324	486	648	810	972	1134	1296	1458	1620

В батарее осуществляется автоматический контроль потери массы ОС. Все узлы расположены на общей раме, которая спереди закрыта панелью. В модулях могут быть использованы все виды газовых огнетушащих составов.

Использование пневмопривода от специального пускового баллона (ЭПБ) или с помощью давления самого огнетушащего средства позволяет значительно упростить схему электроуправления пуском установки пожаротушения, а сам запуск всей батареи осуществлять при подаче электрического импульса только на один пиропатрон или один электромагнитный клапан модуля УАГП (рис. 4.12).

Таблица 4.5

Основные технические данные батарей с двуокисью углерода (CO₂) типа 2Б2...10-40

Управление техническими системами

Наименование	Рабочий баллон У = 40 л									
	2Б2-40	2Б3-40	2Б4-40	2Б5-40	2Б6-40	2Б7-40	2Б8-40	2Б9-40	2Б10-40	
Коллектор Д, мм	32×3	32×3	32×3	40×5	40×5	40×5	50×6			
Габариты, мм	A	580	870	1160	1450	1740	2030	2320	2610	2900
	B	320								
	C	1700								
Количество баллонов	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Масса батареи, кг	150	230	310	390	470	670	760	880	940	
Максимальная нагрузка CO ₂ , кг	48	72	96	120	144	168	192	216	240	
Защищаемый объем, м ³	88	132	176	220	264	308	352	396	440	

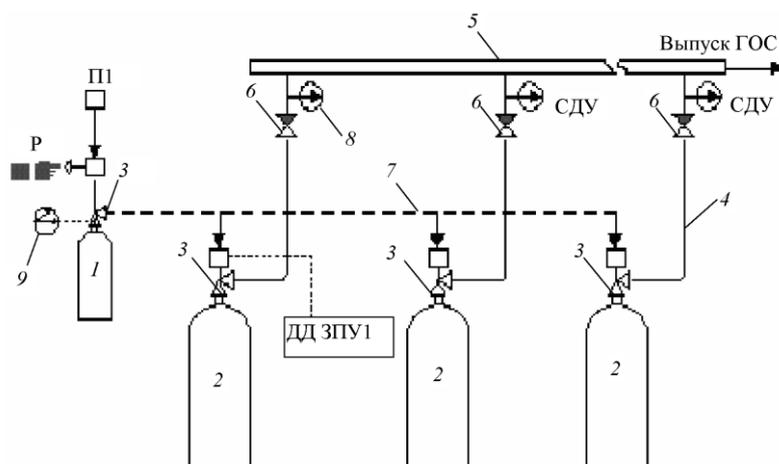


Рис. 4.12. Схема батареи типа 1Б с электропневматическим пуском от специального пускового баллона (ЭПБ):

- 1 – баллон пусковой; 2 – баллон с огнетушащим средством; 3 – ЗПУ;
- 4 – выпускной трубопровод; 5 – коллектор; 6 – обратный клапан;
- 7 – коллектор пневмопуска; 8 – СДУ; 9 – манометр показывающий

Далее давлением азота из пускового баллона (или повышенным давлением выходящего огнетушащего средства из первого модуля), через рукав высокого давления (РВД), осуществляется включение ЗПУ ЭМК на всех рабочих модулях. Через общий коллектор установки и магистральный трубопровод ГОС подается в защищаемое помещение.

Конструкция батареи с электромагнитным и промежуточными пневмоклапанами модулей представлена на рис. 4.13.

Управление техническими системами

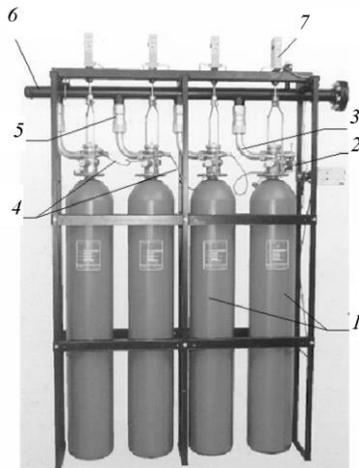


Рис. 4.13. Конструкция батареи с электромагнитным (ЗПУ ЭМК первый модуль) и промежуточными пневмоклапанами модулей:
 1 – модули МГП; 2 – ЗПУ; 3 – рукав высокого давления (РВД); 4 – РВД пневмопуска; 5 – обратный клапан; 6 – коллектор; 7 – трубопровод к защищаемому помещению

Набор изделий, обеспечивающих систему пуска, состоит из пускателя (электропиротехнического или электромагнитного), пускового пневмопровода с пневматическим пускателем и входит в комплект поставки «комплекта модулей». Принципиальная схема электропневматического пуска представлена на рис. 4.14, а, б.

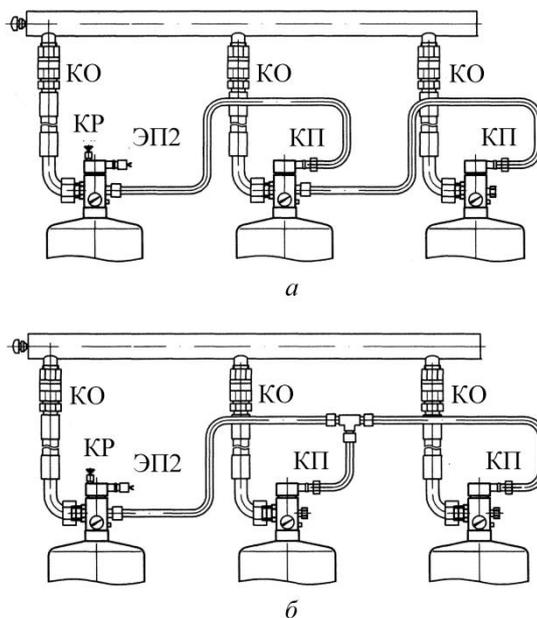


Рис. 4.14. Схемы электропневматического пуска модулей:
 а – последовательный пуск; б – параллельный пуск

Выпуск ГОТВ из модулей комплекта может осуществляться в любой последовательности. При этой схеме пуска комплект может иметь несколько групп модулей и, соответственно, несколько пусковых модулей, на которых устанавливается электрический пускатель (электромагнитный или электропиротехнический) (крайний случай - все модули комплекта являются пусковыми). Модули внутри каждой группы соединены между собой пусковым пневмопроводом. При подаче электриче-

Управление техническими системами

ского импульса на пусковой модуль группы происходит выпуск ГОТВ из него в нужном направлении. Одновременное срабатывание всех модулей комплекта обеспечивается подачей электрического сигнала на все пусковые модули комплекта.

При последовательном срабатывании модулей комплекта все модули обязательно должны комплектоваться обратными клапанами, исключающими попадание ГОТВ в модули, выпуск ГОТВ из которых уже был произведен согласно алгоритму работы комплекта модулей.

ЗАО «АРТСОК» использует модули серии МГП 50-60, МГП 50-80 и МГП 50-100 с рабочим давлением до 5,88 МПа, а также МГП 16-25, МГП 16-40, МГП 16-80, МГП 16-100 с рабочим давлением до 14,7 МПа.

Первая цифра 50 и 16 в наименовании МГП обозначает диаметр сифонной трубки, мм, а вторая цифра указывает вместимость модуля, л.

Отличительной особенностью модулей МГП является использование запорно-пусковых устройств с электромагнитным (ЗПУ ЭМК) и пневмоприводами (ЭПБ) многоразового действия.

ОАО «МГП СПЕЦАВТОМАТИКА» выпускает унифицированные модули газового пожаротушения для хладоновых огнетушащих составов. Модули газового пожаротушения МПХ38-50/100-403 и МПХ38-50/100-468 предназначены для хранения и выпуска газовых огнетушащих составов - хладона 125ХП, хладона 318ц «Игмер» (318С), хладона 227еа (РМ 200), хладона 114В2 (Halon 2402), хладона 13В1 (Halon 1301) (табл. 4.6). Модули имеют ручной, пневматический и электрический пуски и могут комплектоваться рукавами высокого давления РВД. Модули соответствуют климатическому исполнению «О» категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69 в диапазоне температур от -10 до +50 °С.

Модули типа МПГ-40 (150) НПО «Пожарная автоматика сервис» предназначены для использования в централизованных и модульных УАГП (рис. 4.15, табл. 4.7).

Таблица 4.6

Основные показатели модулей МПХ38-50/100-403 и МПХ38-50/100-468

Наименование показателей	МПХ38-50-403	МПХ38-100-403	МПХ38-50-468	МПХ38-100-468
Емкость баллона, л	50	100	50	100
Количество ГОС, максимальное, кг:				
- хладон 125ХП (FE-25)	45	90	45	90
- хладон 318Ц («Игмер»)	55	110	55	110
- хладон 227еа (FM-200)	55	110	55	110
- хладон 114В2 (Halon 2402)	75	150	75	150
Максимальное рабочее давление, МПа	4,0	4,0	6,3	6,3
Устройство электропуска	Пиропатрон DR2005/C1 или ПП-7	Пиропатрон DR2005/C1 или ПП-7	Соленоид	Соленоид
Масса модуля без заряда, кг	57	85	58	86
Периодичность освидетельствования баллона, лет	8	8	8	8
Срок службы до списания, не менее, лет	11,5	11,5	11,5	11,5

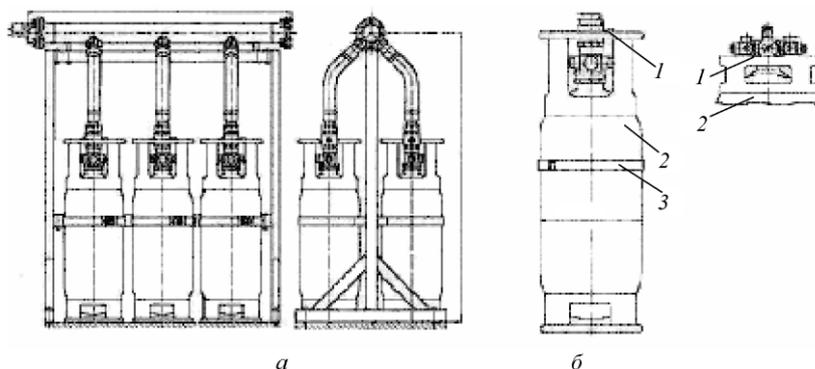


Рис. 4.15. Стойка монтажная двухрядная СМД-40 (а);
модуль пожаротушения газовый МПП-40 (б):
1 – ЗПУ; 2 – модуль; 3 – крепежный хомут

Отличительной особенностью модулей 2 является наличие двух запорно-пусковых устройств с пиропатронами типа ЗПУ-40-24-2 1, с целью сокращения времени подачи ГОС, повышения надежности УАГП, а также возможности защиты двух помещений. Модули крепятся к стене с помощью специальных хомутов 3.

Таблица 4.7

Технические характеристики стоек монтажных
СМД-150, СМД-40, СМО-40 и СМО-150

Управление техническими системами

Обозначение стойки	Тип модулей	Число модулей	Рабочее давление, МПа	Вместимость модуля, л
СМД-4-150-80	МПГ-150	4	14,7	80
СМД-12-150-80	МПГ-150	12	14,7	80
СМД-8-150-100	МПГ-150	8	14,7	100
СМД-20-150-100	МПГ-150	20	14,7	100
СМД-10-40-80	МПГ-40	10	3,92	80
СМД-12-40-100	МПГ-40	12	3,92	100
СМО-2-40-80	МПГ-80	2	3,92	80
СМО-6-40-80	МПГ-80	6	3,92	80
СМО-6-40-100	МПГ-100	6	3,92	100
СМО-2-150-100	МПГ-100	2	14,7	100
СМО-10-150-100	МПГ-150	10	14,7	100

Модули в батарее УАГП могут монтироваться в стойках в один ряд или в два ряда. На рис. 4.15, а показан монтаж модулей МПГ-40 вместимостью 40 л в двухрядной стойке СМД-40. В двухрядных монтажных стойках может размещаться до 20 модулей типа МПГ. Однорядные монтажные стойки используются для размещения 2-10 модулей.

Модуль газового пожаротушения типа МГХ (ООО «Противопожарная автоматика-ГАЛАКС») представляет собой баллон с запорнопусковым устройством (ЗПУ), в качестве которого могут быть использованы пиропатрон, головка-затвор ГЗСМ или электромагнитный клапан (рис. 4.16). Модуль предназначен для длительного хранения под давлением газовых огнетушащих веществ и их экстренного выпуска для тушения пожара объемным или локально-объемным способом. Модуль используется в составе централизованных и модульных установок автоматического газового пожаротушения. Модуль соответствует климатическому исполнению УХЛ, категория размещения 4 по ГОСТ 15150, температура окружающего воздуха от -30 до +50 °С. Габаритные размеры данного модуля представлены в табл. 4.8.

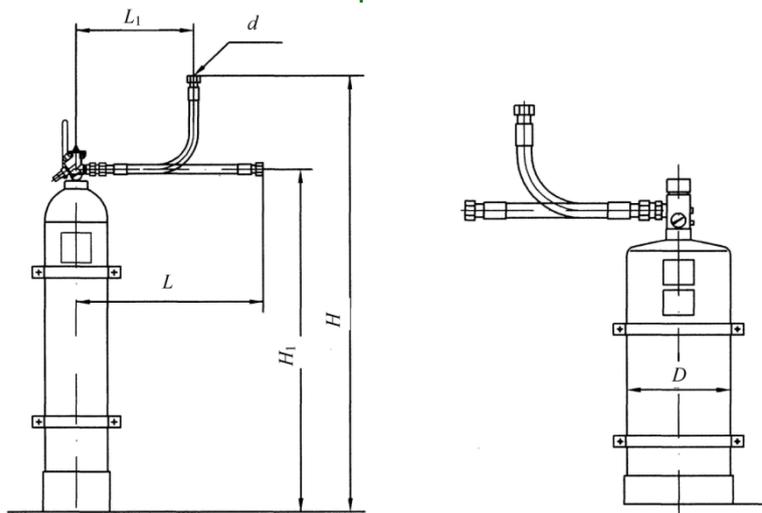


Рис. 4.16. Габаритные размеры модулей МГХ «ГАЛАКС»

Таблица 4.8

Габаритные размеры модулей газового пожаротушения типа МГХ

Тип модуля	Исполнение	Размеры, мм					
		<i>H</i>	<i>H</i> ₁	<i>L</i>	<i>L</i> ₁	<i>D</i>	<i>d</i>
МГХ(125-25-12)	А	1235	965	650	270	219	М27×1,5
МГХ(125-32-12)		1490	1220				
МГХ(125-40-12)		1685	1415				
МГХ(65-40-18)	Б	1800	1490	660	300	357	М36×2
МГХ(65-50-18)		2120	1810				
МГХ(65-80-32)		1870	1085	1260	060		М52×2
МГХ(65-100-32)		2085	1290				

В случае необходимости возможно изготовление модулей с баллонами вместимостью до 40 л с ЗПУ ГЗСМ для установки в горизонтальном положении, например, для размещения в пространстве под фальшполом защищаемого помещения. Общий вид горизонтального модуля представлен на рис. 4.17.

Выбор типа модулей и стоек для МПГ определяется требуемым расчетным количеством модулей, их вместимостью, наличием требуемого резерва, условиями удобства размещения в помещении станции пожаротушения.

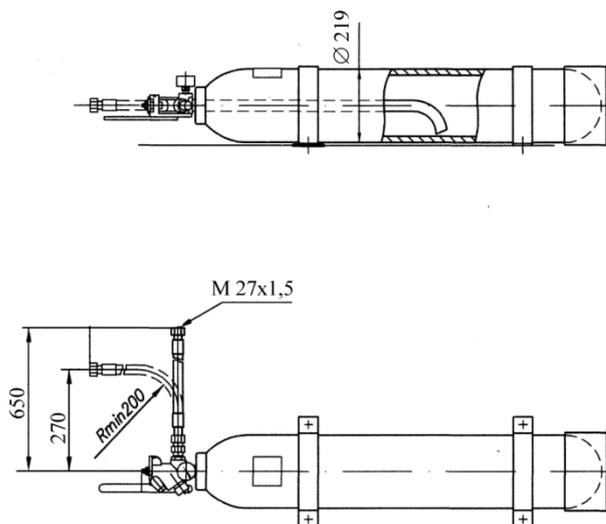


Рис. 4.17. Модуль горизонтального расположения

Использование разнообразных видов и конструкций модулей и их компоновка позволяют осуществлять многовариантные схемные решения по противопожарной защите объектов различного назначения. Например, часто на практике с помощью УАГП защищены помещения вычислительных центров, серверных, АТС, которые имеют не только основное рабочее помещение, но и свободное пространство за подвесным потолком или в фальшполах, где может размещаться пожарная нагрузка в виде силовых и контрольных кабелей с большой насыщенностью сгораемыми материалами. В этом случае требуется произвести распределение огнетушащего средства в защищаемые пространства различного объема (рис. 4.18).

Это достигается правильной трассировкой сети трубопроводов, оптимальным выбором типа насадков и использованием средств раннего обнаружения пожара не только в объеме рабочего помещения, но и защищаемых технологических пространствах.

Управление техническими системами

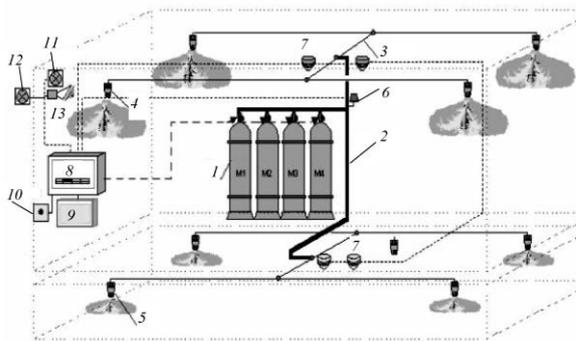


Рис. 4.18. Технологическая схема модульной УАГП по защите помещения и пространства фальшпола:
 1 – модули МГП 16-40; 2 – магистральный трубопровод;
 3 – распределительный трубопровод; 4 – выпускной насадок в помещении;
 5 – выпускной насадок в фальшполу; 6 – СДУ; 7 – пожарные извещатели;
 8 – прибор управления; 9 – блок питания; 10 – кнопка дистанционного пуска;
 11 – табло «Газ – уходи!»; 12 – табло «Газ – не входи!»; 13 – звуковая сирена

В последние годы находят широкое применение УАГП с инертным огнетушащим газом аргон. Это одноатомный и инертный по своим свойствам газ, не вызывающий коррозию. В отличие от хладонов аргон менее вреден для человека даже при максимальных концентрациях. В серийно выпускаемой установке аргонового пожаротушения (рис. 4.19) фирмы «ЕИ8ЕБ1 1МР1АГП1» (Италия) применяется система автоматического управления с использованием устройств пневмо- и электропуска.

Модули изготавливаются вместимостью 40; 67,5; 80 и 140 л со стандартными коллекторами на 2, 3, 4 и 6 модулей. Максимальное давление в баллонах 20 МПа. В конструкции установки команда на запуск производится от электрического импульса с передачей его на пиропатрон или ЭМК одного из модулей.

Дальнейшее управление включением ЗПУ на модулях и распределительных устройствах производится по пневматическим линиям и рукавам высокого давления с помощью пневмоклапанов.

Управление техническими системами

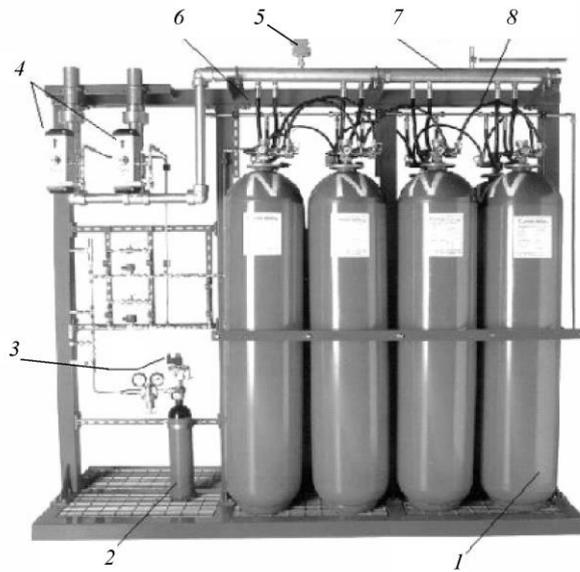


Рис. 4.19. Батарея с модулями для хранения аргона:
1 – модули; 2 – пусковой баллон; 3 – электромагнитный пусковой клапан;
4 – распределительное устройство; 5 – СДУ; 6 – РВД; 7 – общий коллектор;
8 – РВД пневмопуска

Важное место при эксплуатации УАГП занимает вопрос эффективного контроля возможных несанкционированных утечек из модулей огнетушащего средства. Для установок с использованием ГОС, находящихся в сжиженном состоянии, применяются специальные системы весового контроля с помощью противовесов и специальной весовой платформы. В первом случае модуль крепится с помощью специальной подвесной скобы, через коромысло к противовесу (рис. 4.20).

При утечке ГОС и уменьшении веса модуля происходит перемещение груза, что вызывает срабатывание микропереключателя весового устройства и включение световой (или звуковой) индикации о состоянии УАГП.

В последние годы широкое распространение для защиты объектов с постоянным пребыванием людей находят установки газового пожаротушения с использованием газа инерген.

Управление техническими системами

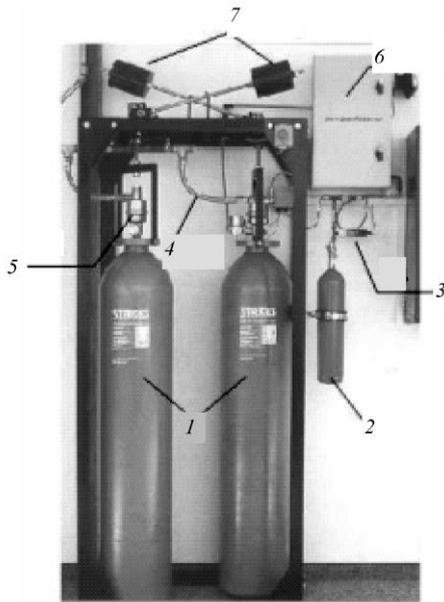


Рис. 4.20. Модульная УАГП, оборудованная системой автоматического контроля массы ГОС с использованием противовесов:
 1 – модули; 2 – пусковой баллон;
 3 – электромагнитный пусковой клапан; 4 – РВД; 5 – пневмоклапан;
 6 – весовое устройство; 7 – грузы противовесы

Для применения ГОС типа инерген по технологии «Иге Еа1ег^{А/8}» используется модульная установка ЕЕ-18М7-200 (Дания). Рабочее давление в модулях 15-20 МПа; время выпуска ГОС до 60 с.

На рис. 4.21 представлена конструкция модульной УАГП с использованием ГОС инерген. Баллоны для инергена имеют четыре типоразмера для хранения ГОС на 5,7; 7,1; 9,9 и 12,3 м³ газа, соответственно. Для понижения давления в потоке ГОС при его движении по трубам используются специальные соединительные муфты с диафрагмами, которые устанавливаются в начале магистрального трубопровода.

Установки газового пожаротушения с хранением огнетушащего вещества в изотермической емкости представляют собой полностью изолированный сосуд большой емкости, работающий под относительно низким давлением около 2,0 МПа, защищенный алюминиевым кожухом, охлаждающей установки, обеспечивающей рабочую температуру около -20 °С, предохранительного клапана, вентилей управления. В состав охлаждающей установки входит расширительный клапан, регулирующий подачу хладагента в змеевик резервуара, компрессор, двигатели вентиляторов, органы управления, обеспечивающие работу установки. Разработкой изотермических емкостей занимаются фирмы «ANSUL Inc.», «MINIMAX GmbH», «KIDDE DEVGRA», «АПСОК» и НПО «Астрофизика».

Управление техническими системами

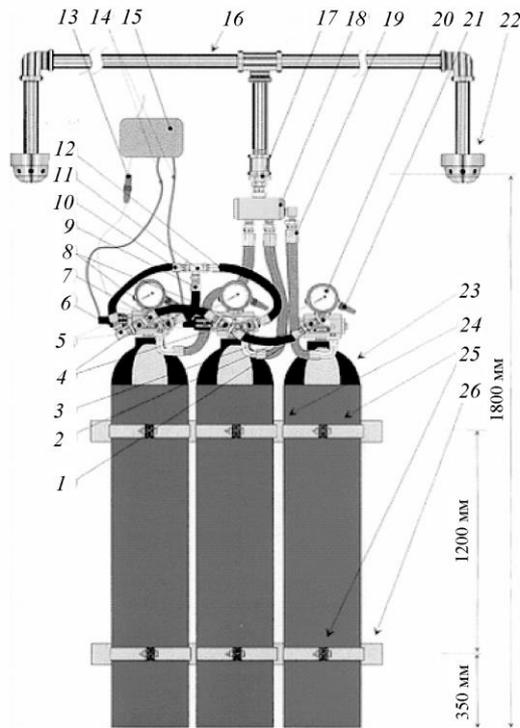


Рис. 4.21. Установка из 3 модулей FE-ISM7-200 с ГОС инерген:
 1, 21 – заглушка; 2, 3, 7, 9, 10, 12, 19 – рукав высокого давления; 4, 8 – адаптер;
 5 – активатор; 6 – колено; 11 – тройник; 13, 14 – кабель; 15 – пусковой блок;
 16 – распределительный трубопровод; 17 – переходник; 18 – коллектор; 20 – клапан;
 22 – выпускной насадок; 23 – баллон с ГОС; 24, 25, 26 – крепление модуля

Фирма «ANSUL Inc.» (США) поставляет на российский рынок изотермические емкости до 30 м (рис. 4.22), в том числе установки типа «MINI-Bulk» на 159; 227; 363; 454 и 680 кг с CO₂. Система «MINI-Bulk» разработана в целях создания альтернативы батареям с CO₂ высокого давления, состоящим из большого количества модулей. Каждый изотермический резервуар оборудован паровым компрессором воздушного охлаждения. «MINI-Bulk» имеют вертикальную конфигурацию, что обеспечивает значительное уменьшение занимаемой ими площади в помещении и снижение металлоемкости системы на 60 %. В этом их существенное преимущество по

сравнению с батареями газового пожаротушения высокого давления.

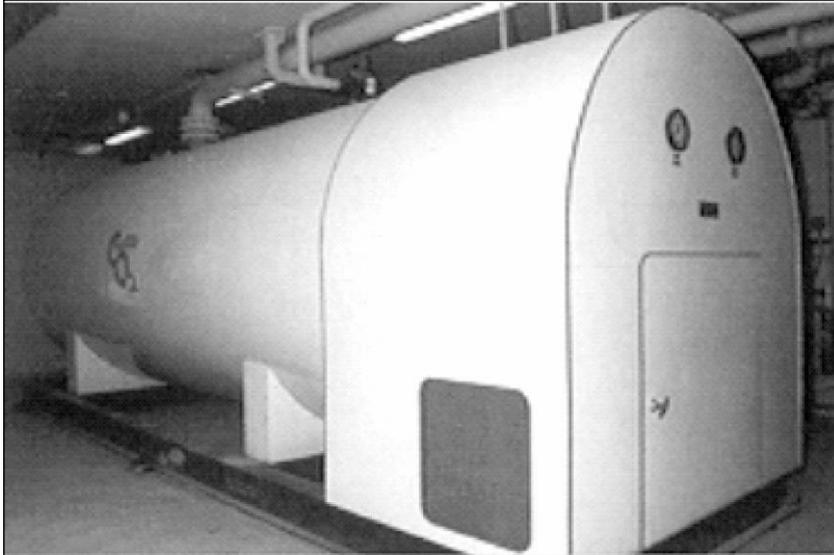


Рис. 4.22. Модуль изотермический для жидкой двуокиси углерода фирмы «ANSUL Inc.»

Устройства проектируются для CO_2 в соответствии с НПБ 88-2001* [19]; для N на основании «Рекомендаций по проектированию, устройству и эксплуатации установок пожаротушения азотом» (М., 1991), разработанных Академией ГПС МЧС России и НПО «Астрофизика». Применение изотермических емкостей позволяет значительно снизить металлоемкость установок, особенно при защите помещений больших объемов, и уменьшить площади станции пожаротушения. Считается, что применение изотермических емкостей эффективно при защите помещения объемом более 2000 м³.

Системы газового пожаротушения с CO_2 низкого давления находят все большее применение наряду с традиционными установками высокого давления, так как комплекс оборудования позволяет создавать как модульные, так и стационарные системы защиты практически для любых объемов помещений.

В изотермической емкости постоянно поддерживается заданная температура (около $-20\text{ }^\circ\text{C}$) с помощью специального рефрижератора. Сертифицированные резервуары с CO_2 имеют рабочий объем вместимостью 5443, 7258, 9072, 10886, 12700 и 16330 кг.



Рис. 4.23. Модуль изотермический (МИЖУ) для жидкой двуокиси углерода ЗАО «АРТСОК»

Объемное тушение одним изотермическим модулем типа МИЖУ (рис. 4.23, табл. 4.9), в зависимости от объема резервуара, эффективно в помещениях от 800 до 25000 м³. Отличительной особенностью МИЖУ является дозированный выпуск CO₂ по времени или массе ГОС. Изотермические резервуары допускается устанавливать вне помещения станции с устройством навеса для защиты от осадков и солнечной радиации с ограждением по периметру площадки.

При этом следует предусмотреть аварийное освещение в месте установки резервуара; подъездные пути к резервуару и выполнить мероприятия, исключающие несанкционированный доступ людей к резервуару, узлам его управления (пуска) и распределительным устройствам.

Таблица 4.9

Основные показатели изотермических модулей для жидкой двуокиси углерода

Управление техническими системами

Наименование показателей	МИЖУ 3/2.2	МИЖУ 5/2.2	МИЖУ 10/2.2	МИЖУ 16/2.2	МИЖУ 25/2.2
Емкость резервуара, м ³	3	5	10	16	25
Рабочее давление, МПа	1,95–2,05	1,95–2,05	1,95–2,05	1,95–2,05	1,95–2,05
Диаметр резервуара, мм	1712	1712	2416	2416	2416
Длина резервуара	3710	3640	7050	9950	16300
Время выпуска 50% массы CO ₂ , с	60	60	60	60	60
Масса резервуара, кг	2550	3640	7050	9950	16300

Выпуск двуокиси углерода из МИЖУ может осуществляться дозированно по времени или массе, для чего используется запорно-пусковое устройство с пневмо- или электроприводом, которое устанавливается на емкости (рис. 4.24).

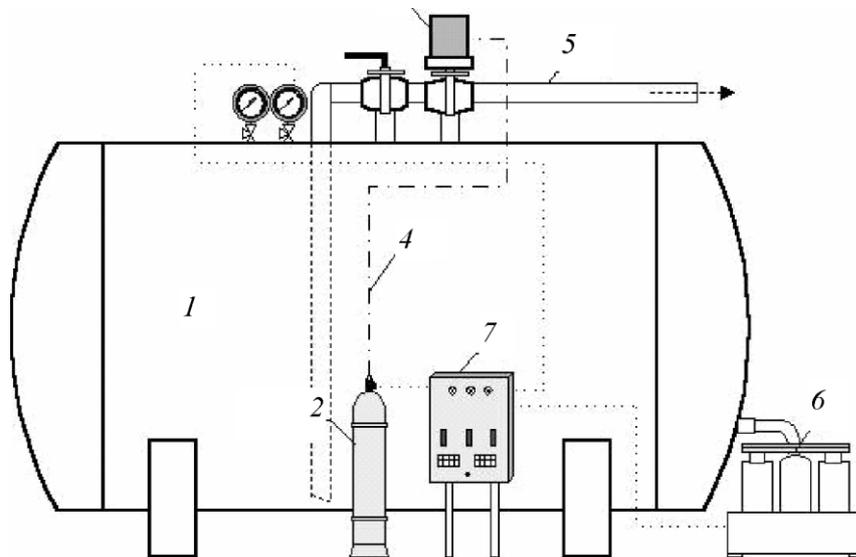


Рис. 4.24. Конструкция модуля изотермического (МИЖУ «АРТСОК»):

- 1 - изотермическая емкость; 2 - пусковой баллон; 3 - запорно-пусковое устройство; 4 - пусковой трубопровод; 5 - напорный магистральный трубопровод; 6 - холодильный агрегат; 7 - шкаф управления

МИЖУ в собранном виде состоит из резервуара, запорной и предохранительной арматуры, приборного оборудования и трубопроводов обвязки. Непосредственно резервуар представляет собой горизонтальный цилиндрический сосуд с нанесенной на него тепловой изоляцией. Патрубки и трубопроводы резервуара выполнены из нержавеющей стали 12Х18Н10Т.

Для резервуаров, располагаемых вне помещения, при возможной температуре окружающего воздуха ниже -20 °С в сосуде установлены два электронагревателя, один из которых - резервный.

Управление техническими системами

Для защиты сосуда резервуара в случае повышения давления установлены два предохранительных клапана, которые обеспечивают сброс ГОС при достижении давления в резервуаре выше $P_{раб}$, но не более $1,1 P_{раб}$.

МИЖУ имеет специальный клапан, предназначенный для заправки и слива CO_2 из резервуара. С помощью шланга осуществляется заправка ЖУ из транспортной цистерны в резервуар. Электроконтактные манометры обеспечивают контроль давления в резервуаре, одновременно манометр № 1 выдает сигнал на включение/отключение холодильного агрегата; манометр № 2 - резервный. Для внутреннего осмотра и регламентных работ резервуар имеет расположенный в днище люк-лаз.

Запорно-пусковое устройство состоит из шарового крана с ручным приводом, шарового крана с электропневмоприводом, побудительного баллона емкостью 40 л с запорным устройством с электроконтактным манометром, устройства местного пуска и опорной стойки. Кран шаровой с электропневмоприводом при эксплуатации модуля находится в закрытом положении и открывается только при необходимости подачи ЖУ в защищаемое установкой газового пожаротушения помещение. МИЖУ имеет два холодильных агрегата (ХА), один из которых резервный, с необходимым оборудованием, которые предназначены для поддержания давления в резервуаре не выше заданного. В случае отказа основного ХА автоматически включается резервный. ХА соединены трубопроводами с испарителями, расположенными внутри резервуара выше уровня жидкой CO_2 . Включение и отключение ХА осуществляется автоматически. Один ХА должен обеспечивать заданное давление в резервуаре при хранении за суммарное время работы не более 12 ч в сутки.

Шкаф управления МИЖУ обеспечивает:

- 1) ручное и автоматическое управление ХА;
- 2) контроль массы ЖУ в резервуаре;
- 3) контроль и поддержание в заданных пределах давления в резервуаре; сигнализацию состояния оборудования («включен»/«отключен») и отклонения параметров от нормы на панели шкафа управления;
- 4) сигнализацию о наличии напряжения основного и резервного питания в цепях ШУ;
- 5) выдачу информации о состоянии исполнительных механизмов и технологических параметров в систему управления установкой газового пожаротушения;
- 6) прием управляющего сигнала системы пожаротушения и выдачу импульса на выпуск ГОС.

Управление техническими системами

Изотермические емкости типа МИЖУ должны применяться в условиях внешнего воздействия температур от -40 до $+50$ °С.

В ОКБ «ГРАНАТ» НПО «Астрофизика» разработана автоматическая установка азотного пожаротушения «КРИОУСТ-5000» для защиты помещений объемом от 1000 до 5000 м (рис. 4.25). Азот в количестве примерно 5 т хранится в изотермической емкости в жидком состоянии, практически без потерь на испарение, благодаря использованию реконденсатора паров азота. Конструкция установки позволяет подавать азот в помещение в виде газа, с расходом до 50 кг/с. Время выпуска ГОС равно 60 с.

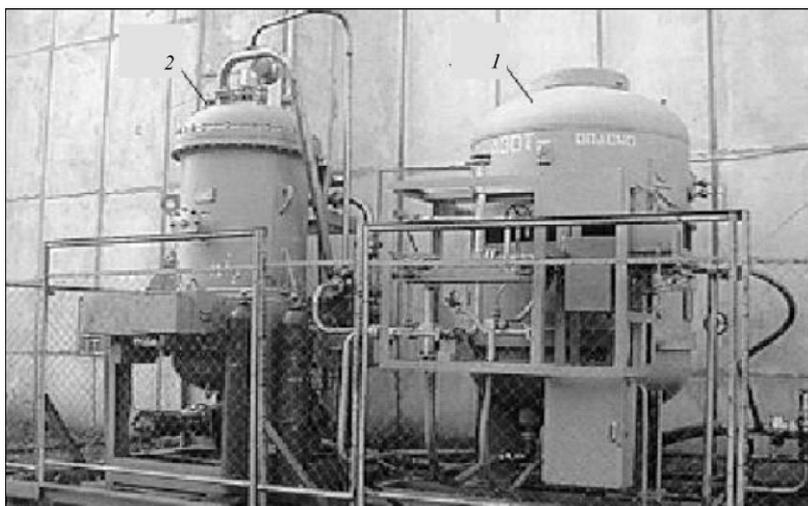


Рис. 4.25. Установка азотного пожаротушения «КРИОУСТ-5000»:
1 - изотермическая емкость СКА-8,0-1,6; 2 - блок испарителя ИГ-6,0-1,6

Установка пожаротушения «КРИОУСТ» состоит из изотермической емкости СКА-8,0-1,6 1 и блока испарителя 2. В емкости СКА-8,0-1,6 размером 4100 мм, диаметром 2200 мм и объемом 8,0 м размещается жидкий азот в количестве до 5160 кг, с рабочим давлением 1,6 МПа. Масса порожней емкости составляет 7650 кг.

В блоке испарителя ИГ-6,0-1,6 (габаритные размеры 6500x2700x 3733 мм, масса 21400 кг) в качестве рабочей среды используется азот под давлением 1,6 МПа. Производительность испарителя до 6,0 кг/с.

Работа установки «КРИОУСТ» представляет сложный физикохимический нестационарный процесс, происходящий при изменяющейся в динамике температуре азота и возникающих гидравлических явлениях при протекании жидкого азота, его испарении и подаче в защищаемый объем в виде газа.

Управление техническими системами

При пожаре в защищаемом помещении срабатывают пожарные извещатели. Сигнал о пожаре поступает на приемно-контрольный прибор, который подает управляющий сигнал на щит управления, после чего подается электрический импульс на ЗПУ системы. Сжатый азот, находящийся в сжиженном состоянии, из изотермической емкости поступает через выпускной клапан и трубопроводы в испаритель-газификатор. Вытеснение жидкого огнетушащего вещества может осуществляться от специального собственного испарителя наддува или дополнительной емкости с азотом. Азот в сжиженном состоянии поступает из изотермической емкости в испаритель при температуре 80-100 К и испаряется за счет тепла окружающей среды. Для снижения термодинамической пульсации газового потока, поступающего из испарителя, и охлаждения его до 100-300 К - в верхнюю часть испарителя (камеру смешения) по трубопроводу через центробежные распыливающие устройства подается жидкий азот, который испаряется на турбулизирующих сетках и, смешиваясь с газовым потоком, выходящим из насадок, образует гомогенный поток газообразного вещества. Этот поток проходит через насыпные устройства, являющиеся сепаратором не испарившихся капель. Далее газообразное и охлажденное огнетушащее вещество подается через открытый клапан в распределительную сеть к выпускным насадкам в защищаемое помещение для тушения пожара.

Таким образом, в результате сложного технологического процесса из 1 л жидкого азота образуется около 600 л газа. Количество блоков испарителя выбирается, исходя из требуемого расхода азота на тушение пожара в данном помещении.

Применение резервуаров большой вместимости для целей пожаротушения практически снимает ограничения на объем защищаемых с помощью УАГП помещений. Такие установки в отличие от установок баллонного типа характеризуются значительно меньшей металлоемкостью. Контроль за утечкой огнетушащего вещества осуществляется визуально по шкале уровнемера и не связан с трудоемким взвешиванием каждого баллона, как в случае установок высокого давления.

С увеличением требуемого расчетного количества ГОС преимущество установок низкого давления существенно возрастает. Техноэкономические расчеты показывают, что критичным верхним пределом баллонных установок является запас модулей в количестве не более 80 МГП. Это объясняется сложностью электроуправления системой, ее контроля и организации эксплуатации. В случае большей

Управление техническими системами

массы, соответственно большего числа баллонов, технически более рациональным и экономически более выгодным является применение установок низкого давления.

3.2. Запорно-пусковые устройства установок автоматических газового пожаротушения

Важными элементами УАГП являются технические устройства для выпуска ГОС из модулей. Существует три типа запорно-пусковых устройств (ЗПУ):

- ЗПУ, имеющие разрушающийся элемент (мембрану, колбу) и пиропатрон;
- ЗПУ, имеющие запорный орган в виде клапана, который открывается после срабатывания пиропатрона;
- ЗПУ в виде клапана с электромагнитным или пневматическим пуском.

Исследования надежности автоматических установок газового пожаротушения, проведенные в Академии ГПС МЧС России доктором технических наук, профессором Г. Х. Харисовым [37], позволили установить, что около 34 % отказов установок в режиме дежурства связаны с пусковыми, выпускными, запорными устройствами и клапанами УАГП. При отказах этих элементов происходят утечки ГОС и снижается общая эффективность применения установок по тушению пожара. Поэтому правильная организация эксплуатации и технического обслуживания элементов системы является условием надежной работы УАГП.

Виды пусковых устройств представлены на рис. 4.26.

Управление техническими системами

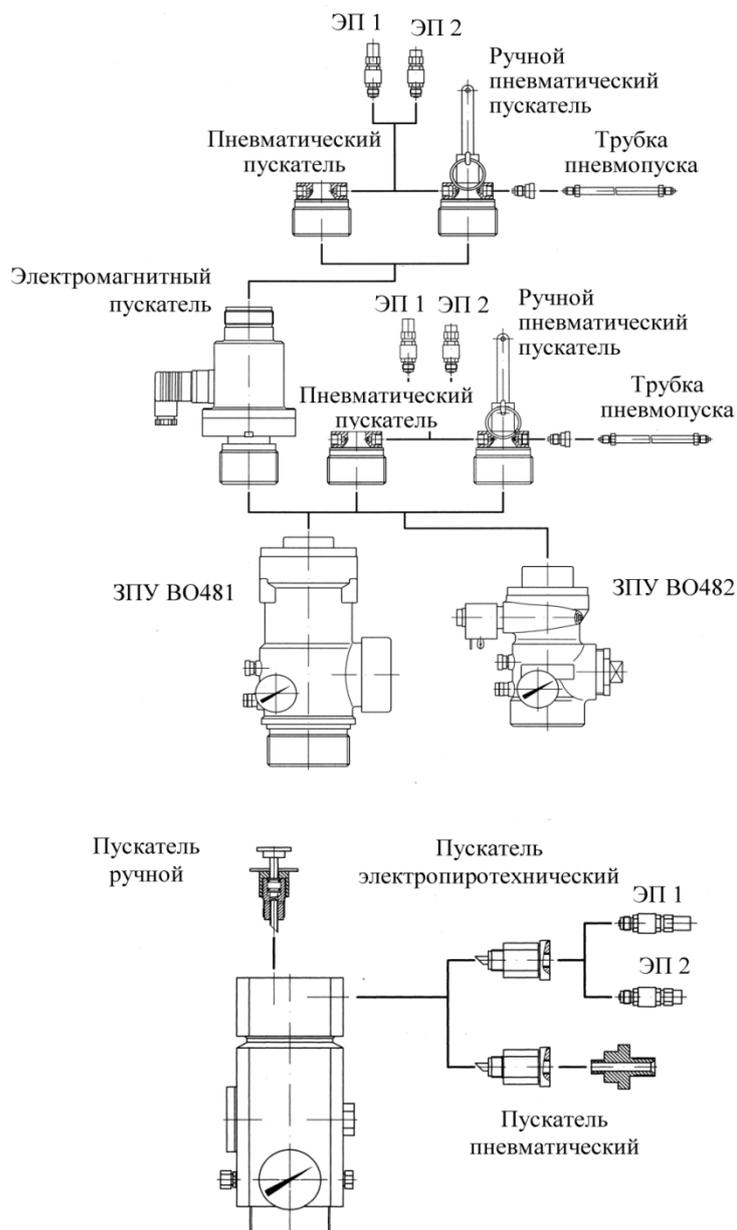


Рис. 4.26. Виды пусковых устройств модулей УАГП

Принцип действия запорных устройств заключается в надежном запираении находящихся в модулях газовых огнетушащих составов и выпуске их по сигналу от системы обнаружения пожара или вручную.

В установках традиционной конструкции с электрическим пуском типа БАГЭ-2-12, УАГЭ и др. для выпуска ГОС используется специальная выпускная головка-затвор типа ГЗСМ (рис. 4.27).

Управление техническими системами

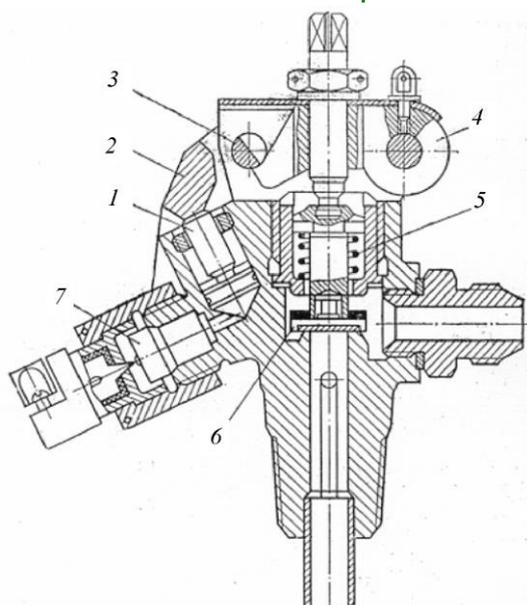


Рис. 4.27. Головка-затвор

типа ГЗСМ:

- 1 – толкатель;
- 2 – рукоятка;
- 3 – ось-защелка;
- 4 – рычаг;
- 5 – пружина;
- 6 – золотник (клапан);
- 7 – пиропатрон

Головка ГЗСМ состоит из золотника 6, который удерживается горизонтальным рычагом 4 с натяжным винтом. Рычаг 4 удерживается от поворота рукояткой 2, имеющей упор, который воздействует на золотник 6. В рабочем (дежурном) состоянии рычажная система головки замкнута рукояткой 2. При подрыве пиропатрона 7 толкатель 1 под действием пороховых газов давит на рукоятку 2, поворачивает ее и тем самым освобождает горизонтальный рычаг 4, который, поворачиваясь на оси, дает возможность золотнику 6 переместиться вверх под действием избыточного давления сжатого воздуха пускового баллона либо огнетушащего средства рабочего баллона. В установках с пневматическим пуском головка ГЗСМ на пусковом баллоне батареи аналогична описанной выше; разница лишь в том, что вместо пиропатрона 7 к головке подведен трубопровод от пускового баллона. В этом случае толкатель 1 перемещается давлением сжатого воздуха от пускового баллона. Для ручного включения головки ГЗСМ необходимо потянуть на себя рукоятку 2.

В современных модулях УАГП российского и зарубежного производства все более широкое применение находят специальные выпускные устройства с электромагнитным приводом типа ЗПУ-16 и ЗПУ-50 (рис. 4.28, а, б).

Такие устройства не требуют использования дефицитных пиропатронов, которые являются неремонтируемыми изделиями разового использования.

Управление техническими системами

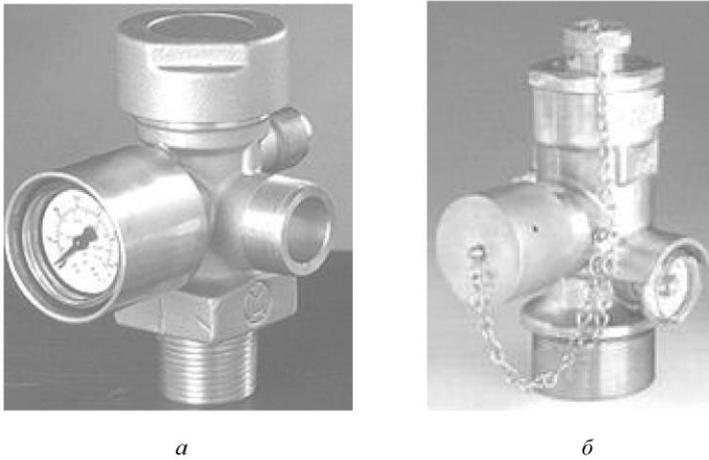


Рис. 4.28. Запорно-пусковые устройства ЗПУ-16 «EUSEBI IMPIANTI» (а) и «KIDDE DEUGRA» (б)

ЗПУ-16(50) присоединяется к сифонной трубке и устанавливается непосредственно на модуле. ЗПУ состоит из корпуса, золотника, электромагнитного клапана (соленоида), устройства ручного пуска. При подаче электрического напряжения от системы управления на электромагнит соленоид увлекает за собой запирающий клапан, открывая проход ГОС в общий коллектор и магистральный трубопровод.

В установках газового пожаротушения распределительные устройства типа РУ с электрическим пуском на два направления предназначены для распределения огнетушащего средства (по защищаемым направлениям). РУ выпускаются с условным проходом 25, 32, 50, 70 и 80 мм. Основным рабочим узлом в распределительных устройствах является клапан с электрическим пуском типа КЭ (рис. 4.29), предназначенный для распределения огнетушащего средства в помещение, в котором возник пожар. Клапан служит запорным устройством в системе распределения огнетушащего средства от батареи УАГП по защищаемым помещениям. Вскрывается автоматически и вручную.

Состоит из корпуса 1, внутри которого установлен поршень 2. Поршень одним своим концом запирает входное отверстие корпуса, а другим - упирается на запорное устройство 4. Запорное устройство кинематически связано с узлом автоматического пуска 3, к которому, в свою очередь, присоединен узел электропуска 5 для установки пиропатронов типа ПП-3 и подведен электрокабель от пускового модуля. Под давлением пороховых газов, образующихся при взрыве пиропатрона, перемещается поршень узла автоматического пуска 3, тем самым открывая клапан.

Управление техническими системами

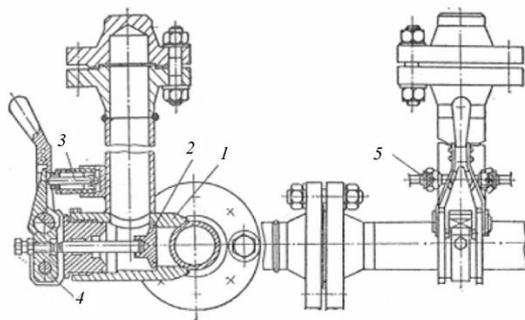


Рис. 4.29. Клапан с электропуском КЭ на РУ-32:
1 – корпус; 2 – поршень; 3 – узел автоматического пуска; 4 – запирающее устройство;
5 – узел электропуска

В современных установках все шире используются распределительные устройства (РУ) с электромагнитными и пневматическими запорнопусковыми устройствами или клапанами. На рис. 4.30 показано РУ-А-32 (50) ЗАО «АРТСОК», состоящее из кронштейна, на котором установлены пневмоклапан и электромагнитный пускатель, соединенные между собой медной трубкой.

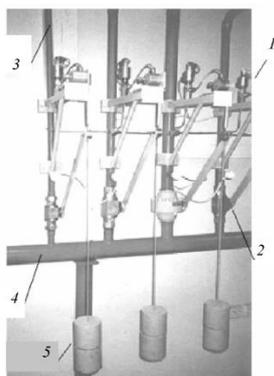


Рис. 4.30. Конструкция РУ-А-32 (50) на 4 направления с электромагнитным приводом:
1 – электромагнитный клапан;
2 – шаровой кран; 3 – магистральный трубопровод; 4 – общий коллектор; 5 – груз

На шток пневмоклапана подвешен груз. При срабатывании электромагнитного пускателя газ из коллектора по медным трубопроводам $\Delta_y = 4$ мм поступает в пневмоклапан и перемещает шток в крайнее левое положение, в результате чего серьга, расположенная на штоке, срывается и груз, падая, перемещает запорный рычаг вниз, открывает шаровой кран. РУ-А также снабжено устройством местного (ручного) пуска.

Усовершенствованная конструкция РУ-А (рис. 4.31) выпускается семи типоразмеров диаметром 20; 25; 32; 50; 80; 100; 150 и 200 мм.

В состав РУ-А входит кронштейн, который закреплен на трубопроводе. На кронштейне 1 установлены пневмоцилиндр 2 и пускатель 3, соединенные между собой медным трубопроводом 4. Шток пневмоцилиндра соединен с рычагом шаро-

Управление техническими системами

вого крана 4. Пускатель 3 соединяется медным трубопроводом Э_у 4 с побудительным баллоном. При срабатывании пускателя газ из побудительного баллона по медным трубопроводам 4 поступает в пневмоцилиндр 2 и перемещает шток в крайнее нижнее положение, в результате чего открывается шаровой кран 5. РУ-А снабжено также местным пуском 6, расположенном на пускателе. После срабатывания РУ-А шаровой кран закрывается с помощью возвратного рычага. На трубопроводе имеется штуцер 7 для установки СДУ.

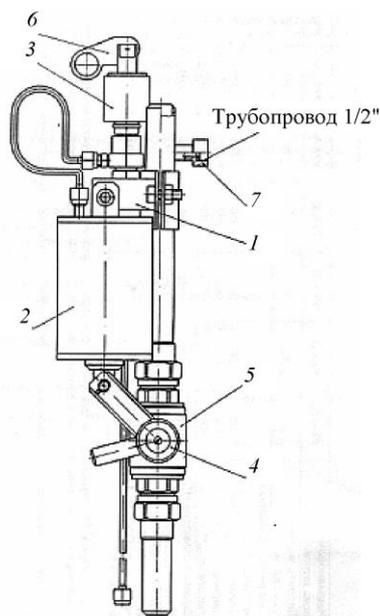


Рис. 4.31. Распределительное устройство РУ-А:
 1 – кронштейн; 2 – пневмоцилиндр;
 3 – пускатель; 4 – рычаг шарового крана;
 5 – шаровой кран; 6 – рукоятка ручного пуска; 7 – штуцер

Параметры электрического пуска РУ-А 24В постоянного тока ($I = 0,45-0,55$ А). Время приложения напряжения не менее 1,0 с. Давление при пневмопуске 3,9-5,9 МПа. Величина тока при проверке целостности цепи электромагнитного привода не должна превышать 0,1 А.

ЗАО МЭЗ СА разработано распредустройство типа РУ МЭЗ- 25(32,50)-150 с пиротехническим приводом от пиропатрона ПП-3 или 7-ПП. Открытие устройства осуществляется дистанционно от электрического импульса, подаваемого на пиропатрон. Величина тока $I = 3$ А; напряжение $V = 10-26$ В. Технические характеристики РУ МЭЗ представлены в табл. 4.10.

Таблица 4.10

Технические характеристики распределительных устройств типа РУ МЭЗ

Управление техническими системами

Наименование изделия	РУ МЭЗ-25-150	РУ МЭЗ-32-150	РУ МЭЗ-50-150
Диаметр условного прохода, мм	25	32	50
Рабочее давление, МПа	15,0	15,0	15,0
Диаметр наружный, мм	34×5,5	40×5,0	63,5×7,5
Тип пиропатрона	ПП-3 или 7-ПП	ПП-3 или 7-ПП	ПП-3 или 7-ПП
Количество пиропатронов	1	1	1
Вероятность безотказной работы	0,95	0,95	0,95
Параметры пускового импульса:			
напряжение, В	10–26	10–26	10–26
сила тока, А	3,0	3,0	3,0
Масса, кг	1,8	2,3	5,5
Срок службы, лет	11,5	11,5	11,5

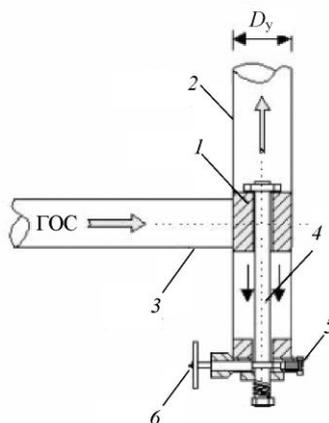


Рис. 4.32. Конструкция РУ МЭЗ 25(32,50):
 1 – запорный клапан; 2 – выходной патрубок; 3 – входной патрубок;
 4 – шток; 5 – пиропатрон; 6 – рукоятка ручного пуска

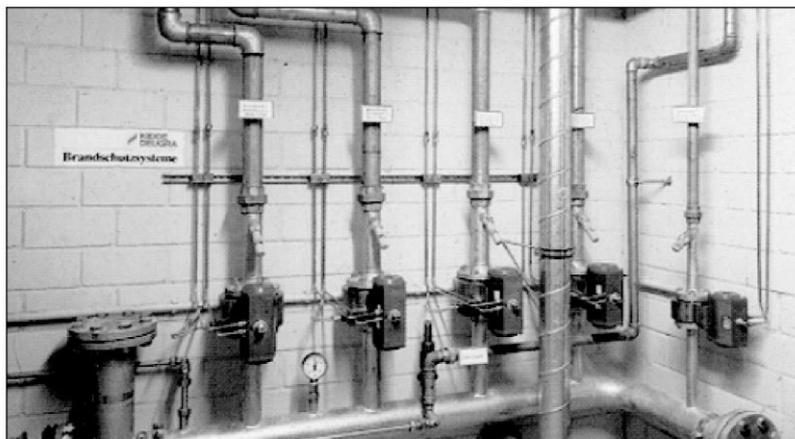


Рис. 4.33. Вид помещения с установленными распределительными устройствами на 5 направлений с РУ для УАГП с изотермической емкостью

Распределительное устройство типа РУ МЭЗ (рис. 4.32) диаметром 25, 32 и 50 мм предназначено для подачи ГОС по двум и более направлениям. На общем коллекторе УАГП монтируется необходимое количество таких устройств (рис. 4.33).

Открытие РУ МЭЗ осуществляется дистанционно от электрического пускового импульса, подаваемого на пиропатрон типа ПП-3 или 7-ПП. Кроме того, предусмотрен ручной пуск от специальной рукоятки.

Управление техническими системами

При пожаре электрический импульс подается на пиропатрон, который давлением пороховых газов освобождает удерживаемый подпружиненный шток с запорным клапаном. Клапан опускается вниз, открывая проход ГОС по соответствующему направлению.

В комплекс технических средств газового пожаротушения «Г АММА» входит распределительное устройство типа РУ-24 (32,50,70,100). Распределительное устройство предназначено для управления потоком ГОС в централизованных УАГП и имеет диаметр условного прохода от 24 до 100 мм. Вес от 2,1 до 17,5 кг.

Распределительные устройства, используемые в системах газового пожаротушения с изотермическими емкостями, устанавливаются в специальном отапливаемом помещении и имеют пневмо- или электропривод.

3.3. Выпускные насадки установок автоматических газового пожаротушения

Важными элементами УАГП являются выпускные насадки. Как правило, это струйные насадки с распылением ГОС на 360 и 180° (рис. 4.34). Выбор типа насадков определяется их техническими характеристиками для конкретного ГОС и условиями размещения оборудования в помещении.

Насадки изготавливаются из материала, не подверженного коррозии - латуни, бронзы. Присоединительные размеры насадков от 3/8" до 2" (дюймов). В насадках имеются отверстия диаметром 3-15 мм. Количество отверстий - 4, 6, 8, 12 - определяется типом насадка и требуемой по расчету площадью выпускных отверстий. Габаритные размеры струйных насадков представлены на рис. 4.35 и в табл. 4.11. Насадки должны размещаться в защищаемом помещении с учетом его геометрии и обеспечивать распределение ГОС по всему объему помещения с концентрацией не ниже нормативной. Насадки, установленные на трубопроводах для подачи ГОС, плотность которых при нормальных условиях больше плотности воздуха, должны быть расположены на расстоянии не более 0,5 м от перекрытия (потолка, подвесного потолка, фальшпотолка) защищаемого помещения.

Разница расходов ГОС между двумя крайними насадками на одном распределительном трубопроводе не должна превышать 20 %. На входе в насадок, диаметр индивидуальных выпускных отверстий которого не превышает 3 мм, рекомендуется устанавливать специальные металлические фильтры.

Управление техническими системами

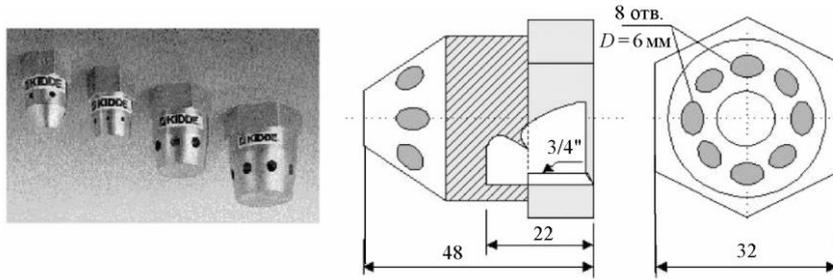


Рис. 4.34. Струйные насадки-распылители для УАГП

Насадки установок должны быть размещены и ориентированы в пространстве в соответствии с проектом на установку и технической документацией завода-изготовителя. При расположении в местах возможного их повреждения они должны быть защищены. В одном помещении (защищаемом объеме) должны применяться насадки только одного типоразмера. Выпускные отверстия насадков должны быть установлены таким образом, чтобы струи ГОС не были непосредственно направлены в постоянно открытые проемы защищаемого помещения.

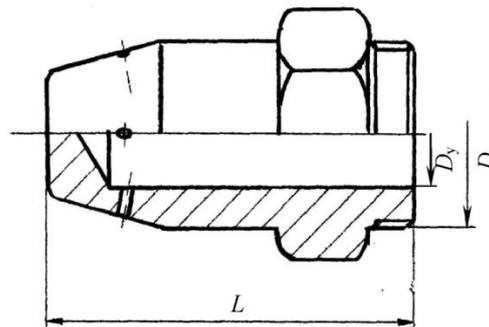


Рис. 4.35. Габаритные размеры струйных насадков

Таблица 4.11

Габаритные размеры струйных насадков

Обозначение насадка при заказе	D_1 , мм	D , мм	S , мм	L , мм	F_{max} ОТВ., мм ²	Кол-во ОТВ., шт.
Насадок 1/2"-360°-F	16	G1/2	27	39	265	6
Насадок 3/4"-360°-F	20	G3/4	32	42	302	6
Насадок 1"-360°-F	25	G1	41	56	570	6
Насадок 1 1/4"-360°-F	32	G1 1/4	50	74	736	6
Насадок 1/2"-180°-F	16	G1/2	27	39	176	4
Насадок 3/4"-180°-F	20	G3/4	32	42	201	4
Насадок 1"-180°-F	25	G1	41	56	380	4
Насадок 1 1/4"-180°-F	32	G1 1/4	50	74	490	4

Схемы размещения насадков зависят от особенностей конкретного помещения и условий размещения пожарной нагрузки (рис. 4.36). Эксперименты показали, что максимальные расстояния между выпускными насадками в зависимости от диаметра выпускных отверстий, вида огнетушащего средства и рабочего давления в модулях могут находиться в пределах 4-6 м.

Управление техническими системами

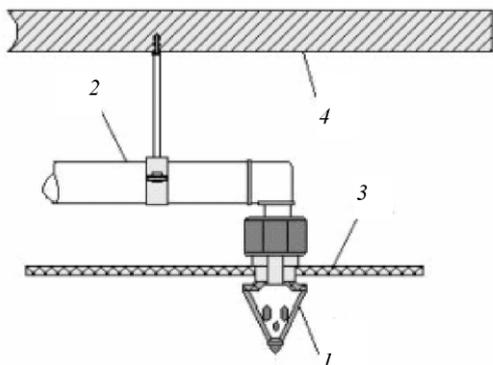


Рис. 4.36. Типовая схема размещения выпускного струйного насадка в конструкции подвесного потолка:

1 – выпускной струйный насадок;
2 – распределительный трубопровод; 3 – подвесной потолок;
4 – плита перекрытия

Отличительной особенностью конструкции выпускных насадков для подачи хладона 114B2 (насадки с соударением струй) являются относительно малые выпускные отверстия $B = 2-3$ мм для обеспечения пересекающихся в пространстве и распыляемых под избыточным давлением струй ГОС (рис. 4.37).

Такая конструкция насадка связана с тем, что хладон 114B2 имеет положительную температуру кипения ($+46,7$ °С) и при нормальной температуре окружающей среды обладает недостаточной летучестью для быстрого создания огнетушащей концентрации в помещении. Поэтому в начальной стадии пожара требуется более эффективное его распыление по сравнению с остальными видами хладонов.

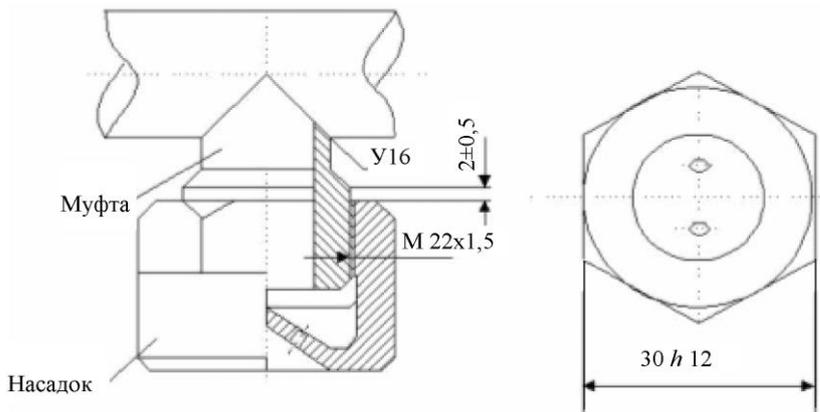


Рис. 4.37. Конструктивный чертеж насадка-распылителя с соударением струй АПЭ1234 (ЗАО «МЭЗ СА»)

Выбор схемы размещения насадков, угол выброса и разводка трубопроводов должны осуществляться с целью равномерного распределения ГОС в защищаемом помещении. При этом диаметры трубопроводов и металлоемкость УАГП должны быть минимизированы.

Техника, применяемая в УАГП, непрерывно совершенствуется, создаются новые огнетушащие составы, элементы систем, повышается их надежность и эффективность.

4. Виды и характеристика газовых огнетушащих средств

Согласно НПБ 88-2001 [19] в установках газового пожаротушения могут применяться огнетушащие средства в виде сжиженных и сжатых под избыточным давлением газов (табл. 4.12).

Таблица 4.12

Основные виды газовых огнетушащих средств

Сжиженные газы	Сжатые газы
1. Двуокись углерода (CO ₂);	1. Азот (N ₂);
2. Хладон 125 (C ₂ F ₅ H);	2. Аргон (Ar);
3. Хладон 218 (C ₃ F ₈);	3. Инерген:
4. Хладон 227ea (C ₃ F ₇ H);	азот – 52 % (об.);
5. Хладон 318Ц (C ₄ F ₈ II);	аргон – 40 % (об.);
6. Хладон 114B2 (C ₂ F ₄ Br ₂);	двуокись углерода – 8 % (об.)
7. Хладон 23 (CF ₃ H); ТФМ-18;	
8. Шестифтористая сера (SF ₆).	

Следует отметить, что наряду с приведенными в ГОСТ 12.4.009-83 [16] видами ГОС также широко используются на практике находящиеся в эксплуатации высокоэффективные средства тушения на основе хладона 13В1 (трифторбромметан - СГ₃Вг), а также смесей бромэтила и бромэтилена с углекислотой.

Двуокись углерода (диоксид углерода, CO₂) является традиционным средством газового пожаротушения. CO₂ в обычных условиях бесцветный газ, не имеющий запаха и вкуса, более чем в 1,5 раза тяжелее воздуха. Хранят CO₂ в жидком виде в баллонах под давлением до 12,5 МПа (125 кгс/см²). Применение углекислоты для тушения обусловлено тем, что она, будучи продуктом окисления углерода, в обычных условиях является инертным соединением, не поддерживающим горения веществ и материалов. Механизм тушения CO₂ состоит в основном в охлаждении зоны горения и снижении концентрации кислорода в воздухе защищаемого помещения до уровня, при котором прекращается горение. При снижении концентрации кислорода с 21 до 14 % пламенное горение практически прекращается.

Огнетушащая концентрация - не менее 30 % по объему (0,637 кг/м³). Для помещений с повышенной пожарной опасностью категорий А и Б нормативную массовую огнетушащую концентрацию увеличивают до 0,768 кг/м³. Расчетная массовая огнетушащая концентрация для установок локального тушения по объему двуокисью углерода составляет не менее 6,0 кг/м³ [36].

Углекислота в отличие от галоидированных углеводородов, воды и пенных средств тушения не наносит повреждений оборудованию, в том числе электронике, картинам, документам, пищевым продуктам и т. д. Вредное действие галоидиро-

Управление техническими системами

ванных углеводородов объясняется тем, что они являются хорошими растворителями и обладают токсическими свойствами. Углекислота, выбрасываемая в виде снега, оказывает главным образом резкое охлаждающее воздействие на очаг горения, а после превращения в газ - еще и разбавляющий эффект. Из 1 л диоксида углерода образуется 506 л газа. Огнетушащая концентрация углекислоты в воздухе достаточно высока, поэтому необходимо учитывать ее действие на организм человека, причем присутствие углекислоты в воздухе в количестве до 6 % не представляет опасности для жизни, но содержание ее в количестве 10 % является уже опасным. При 20-ной % концентрации углекислоты у человека наступает паралич дыхания. Объемная огнетушащая концентрация двуокиси углерода в воздухе является смертельной для человека.

Безопасная для человека концентрация CO_2 (Сот, при времени экспозиции 1-3 мин) не превышает 5 % (об.), опасное для жизни при кратковременной экспозиции - выше 10 % (об.). Для тушения пожара требуется концентрация CO_2 больше 25 % (об.). Это свидетельствует о чрезвычайно высокой опасности для человека атмосферы, образующейся в помещении при тушении пожара углекислотой [38].

На практике следует учитывать, что объем жидкой углекислоты в модуле газового пожаротушения, как и объем газовых огнетушащих составов типа хладон, при атмосферном давлении изменяется в зависимости от температуры.

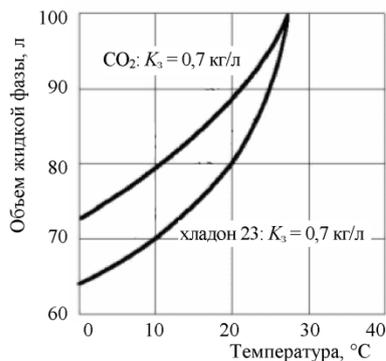


Рис. 4.38. Изменение объема жидкой фазы CO_2 и хладона 23 в модуле МПГ-100

Молекулярный вес углекислоты 44,01, объем моля 22,26 кг/моль, а ее удельный вес зависит от давления и температуры. Из рис. 4.38 следует, что существует значительная область состояний CO_2 и хладонов, в которой объемы газовых огнетушащих составов и модуля, в котором они хранятся, становятся равными. Это значит, что на практике в процессе эксплуатации УАГП, наряду с прямым методом контроля ГОС (периодическое взвешивание баллонов), должен также использоваться косвенный метод контроля с помощью показаний манометров.

Управление техническими системами

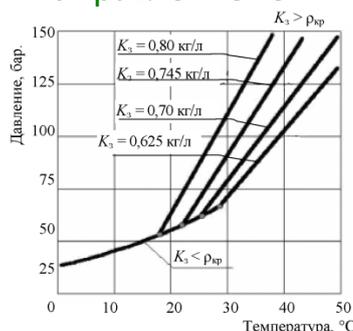


Рис. 4.39. Изменение давления CO₂ в модуле

При обследовании УАГП, а также при проведении расчетов следует иметь в виду, что при температуре углекислоты, превышающей критическую, давление в баллонах может значительно возрасти (рис. 4.39). Так, в баллонах, заряжаемых углекислотой, при коэффициенте заполнения, равном $K_z = 0,745$ кг/л, давление будет достигать: при температуре 30 °C - 90 кг/см², при 40 °C - 130 кг/см², а при 50 °C - 175 кг/см².

Для коэффициента заполнения $K_z = 0,625$ кг/л величины давлений при указанных выше температурах будут соответственно равны: 70, 100 и 130 кг/см². Из приводимых данных понятно, что применение коэффициента заполнения модулей больше $K_z = 0,625$ кг/л не может быть рекомендовано для практического использования.

Хладон 114В2 (фреон), тетрафтордибромэтан - тяжелая, бесцветная, маслянистая жидкость со специфическим запахом, температура кипения +46,7 °C, температура замерзания -110 °C, минимальная огнетушащая концентрация 1,9 % по объему; удельный расход 0,22 кг/м для помещений с производствами категории В и 0,37 кг/м для производства категорий А и Б.

Применение систем газового пожаротушения с хладоном 114В2 осуществляется по рекомендациям ВНИИПО МЧС России.

Хладон 114В2 является наиболее активным ингибитором, он эффективнее диоксида углерода, а также всех других видов хладона. Хладон 114В2 малотоксичное вещество, обладающее слабым наркотическим действием. При отравлении хладоном наблюдается головокружение. Предельно допустимая концентрация (ПДК) его для производственных помещений равна 0,6 мг/л. Из 1 кг жидкости образуется 86,5 л паров [38].

Более высокой токсичностью обладают продукты термического распада хладона 114В2, образующиеся при тушении пожаров и представляющие собой галоидоводородные кислоты. Однако вследствие термической устойчивости и высокой

Управление техническими системами

огнетушащей эффективности хладона в условиях пожара успевает разложиться лишь небольшая его часть, не превышающая 3 % ГОС, поданного на тушение.

Следует иметь в виду, что применяемые в установках пожаротушения озонобезопасные хладоны представляют собой фторсодержащие соединения - перфторуглеводороды (хладоны 218, 318Ц) или гидрофторуглеводороды (хладоны 23, 125, 227ea).

При воздействии хладона на открытое пламя и раскаленные поверхности фторированные углеводороды также разлагаются с образованием различных высокотоксичных продуктов деструкции - фтористого водорода, дифторфосгена, октафторизобутилена и др. В процессе тушения пожара с высокой скоростью протекает процесс гидролиза хладонов, который приводит к образованию углеводородного радикала и галоидоводорода. Скорость гидролиза определяется природой хладона, температурой и содержанием воды в хладоне.

Аналогичные процессы протекают при тушении пожара шестифтористой серой. В этом случае образуются высокотоксичные фтористый водород и пятифтористая сера.

Степень разложения фторированных углеводородов при тушении в значительной степени зависит от размера очага пожара и времени выпуска огнетушащего средства, т. е. времени прямого контакта хладона с пламенем. Поэтому важным является вывод о том, что для уменьшения токсичности продуктов, образующихся после тушения пожара фторированными углеводородами и элегазом, пожар должен быть обнаружен на ранней стадии его развития, а время подачи газового огнетушащего состава должно быть минимальным.

В результате гидролиза образуется галоидоводород, который способен оказывать коррозионное воздействие на металлы. Перфторированные углеводороды (хладоны 218, 318Ц) и 8P₆ практически не гидролизуются. Хладоны 23, 125, 227ea гидролизуются в достаточно слабой степени с образованием плавиковой кислоты (HF).

При определении токсичности огнетушащих газов необходимо учитывать основные составляющие: токсичность самого агента и токсичность продуктов его разложения.

Санкт-Петербургским филиалом ВНИИПО МЧС России при содействии «Северо-Западного научного центра гигиены и общественного здоровья» МЗ России исследовался вопрос опасности, которую представляют для живых организмов од-

Управление техническими системами

новременное воздействие на биообъект хладонов и продуктов их термического разложения. Для этого были проведены сравнительные испытания хладонов в стандартных условиях тушения очага горения и одновременным исследованием комплекса показателей, характеризующих опасность токсического воздействия продуктов термического разложения и газовой смеси в условиях объемного пожаротушения на биоорганизмы (животных).

Исследованиями было установлено, все ГОС при тушении разлагаются с образованием летучих токсичных материалов. При этом летальность в выборках животных составляла от 20 до 80 % [38].

Основное негативное воздействие ГОС на человека зависит от концентрации ГОС в защищаемом помещении и продолжительности воздействия (экспозиции) на очаг горения. В этом случае оценка негативного воздействия на человека может быть проведена для двух фиксированных значений концентрации:

- $C_{от}$ - максимальная концентрация ГОС, при которой вредное воздействие газа на человека при экспозиции несколько минут (обычно менее 5 мин) отсутствует;
- $C_{мин}$ - минимальная концентрация ГОС, при которой наблюдается минимально-ощутимое вредное воздействие газа на человека при экспозиции несколько минут (обычно менее 5 мин).

Концентрации $C_{от}$ и $C_{мин}$ для ряда ГОТВ, по данным ISO 14520, представлены в табл. 4.13.

Таблица 4.13

Концентрации $C_{от}$ и $C_{мин}$ для ряда ГОТВ

Наименование ГОС	Азот	Аргон	Инерген	Хладон 23	Хладон 218
$C_{от}, \% (об.)$	43	43	43	50	30
$C_{мин}, \% (об.)$	52	52	52	> 50	> 30

Учитывая возможную токсичность продуктов горения при подаче ГОС, во всех случаях основным способом защиты персонала защищаемого помещения от вредного воздействия ГОС и продуктов его пиролиза, является своевременная и организованная эвакуация до подачи ГОС. Эвакуация осуществляется по сигналам звуковых и световых оповещателей, которые размещены в защищаемом помещении в соответствии с НПБ 88-2001 [19] и ГОСТ 12.3.046-91 [39]. Для защиты помещений с массовым пребыванием людей (более 50 человек) не следует применять

Управление техническими системами

ГОТВ, которые при подаче в защищаемое помещение образуют концентрацию выше $C_{от}$.

Следует иметь в виду, что большую опасность для человека представляют факторы, сопутствующие пожару, - оксид углерода, дым, снижение концентрации кислорода и т. п. Поэтому лица, работающие с хладонем, должны быть одеты в специальные комбинезоны, резиновые сапоги, иметь брезентовые рукавицы, резиновые перчатки и изолирующие противогазы.

С 1994 г. сторонами Монреальского протокола было запрещено производство озоноразрушающих хладонов как веществ, разрушающих озоновый слой земной атмосферы. Поэтому в нашей стране фирмой «Озон» (г. Санкт-Петербург) для установок, уже находящихся в эксплуатации и использующих хладон 114В2, разработаны технология и оборудование, позволяющие восстанавливать эксплуатационные свойства хладона до действующих стандартов и повторно использовать их в течение последующих 10 лет.

Одновременно в короткие сроки промышленностью было освоено производство экологически чистых хладонов, таких, как хладон 23 (СР₃Н); ТФМ-18; хладон 125 (С₂Р₅Н); хладон 318Ц (С₄Р₈Ц) и др.

Таблица 4.14

Характеристики газовых огнетушащих средств

Название	Двуокись углерода	Хладон 125	Хладон 23 (ТФМ-18)	Хладон 318Ц	Хладон 114В2	Хладон 227еа	Шести-фтористая сера
Химическая формула	СО ₂	С ₂ Р ₅ Н	СНF ₃	С ₄ F ₈ Ц	С ₂ F ₅ Вr ₂	С ₃ F ₇ Н	SF ₆
T кипения, °С; P = 0,1 МПа	-78,5	-48,5	-82	6,0	46,7	-16,4	-63,6
Плотность паров, кг/м ³	1,88	5,208	2,93	8,438	10,9	7,28	6,438
Плотность жидкой фазы, кг/м ³	774	1219	814	1407	2180	1219	1396
Озоноразрушающий потенциал	0	0	0	0	6	0	0
Огнетушащая концентрация, % (об.)	25-40	7,3-14,4	14,4-16,0	7,0-9,0	2,24-3,4	6-7,3	7,2-19,2
Огнетушащая концентрация массовая, кг/м ³	0,46-0,71	0,43-0,78	0,67	0,59-0,76	0,22-0,37	0,5-0,7	0,47-1,15
ПДК, мг/м ³	-	1000	1000	-	480	-	-

Из табл. 4.14 следует, что озонобезопасные хладоны по своей огнетушащей эффективности уступают в 2-3 раза хладону 114В2. Переход на новые огнетушащие составы потребовал организовать разработку и производство новых средств пожарной техники (модулей, батарей) с отличающимися от традиционных баллонов, характеристиками конструкции и устройствами выпуска ГОС. Однако при использовании различных видов хладонов следует иметь в виду то обстоятельство,

Управление техническими системами

что за рубежом все чаще применяют на практике инертные огнетушащие составы. Эта тенденция объясняется их экологической безопасностью и экономической целесообразностью.

Исследованиями, проведенными во ВНИИПО МЧС России, было установлено, что в случае пожара, при одновременном введении в помещение, наряду с хладоном, небольшого количества инертного разбавителя (азота или диоксида углерода) повышается общая огнетушащая эффективность. Эксперименты показали, что при введении в состав всего 8-10 % инертного разбавителя, требуемый расход хладона уменьшается в 5-8 раз. Для обеспечения такого эффекта синергизма и усиления ингибирующего действия хладона широко используется *комбинированный углекислотнохладоновый состав* (85 % - CO₂; 15 % - хладон). Минимальная массовая огнетушащая концентрация комбинированного состава в расчетах принимается равной 0,27-0,40 кг/м³, при времени подачи 30-60 с.

Азот N - газ без цвета и запаха; хранится и транспортируется как в сжиженном, так и в газообразном состоянии, немного легче воздуха; огнетушащий эффект при воздействии газообразного азота достигается за счет разбавления продуктов реакции в зоне горения до такого содержания кислорода, при котором горение становится невозможным.

В установках пожаротушения модульного типа газообразный азот применяют редко, так как для тушения пожара им следует заполнить около 40 % объема помещения, для чего потребуется большое количество рабочих баллонов. Кроме того, в дежурном режиме необходимо создавать достаточно высокое давление в рабочих баллонах с газообразным азотом (рис. 4.40).

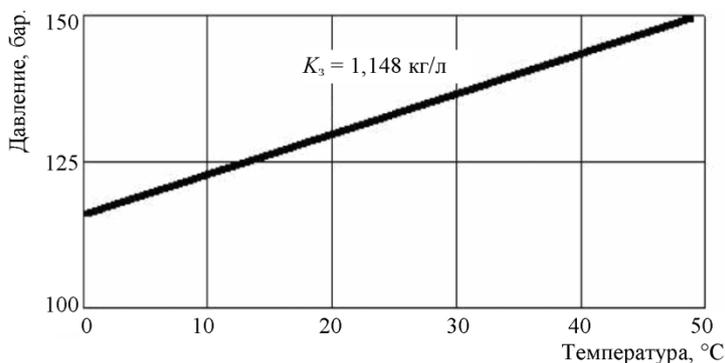


Рис. 4.40. Изменение давления в модуле УАГП с азотом

Чаще всего азот применяют в комбинированных составах; он также служит для транспортирования хладона и порошковых составов по трубам в очаг пожара. Эффективно применять жидкий азот (с температурой -196 °C), поскольку он при

Управление техническими системами

распылении резко охлаждает зону горения. В жидком виде азот используют для тушения щелочных металлов, спирта, ацетона, кремний- и металлоорганических соединений.

Используемые в газовых АУПТ азот, аргон, CO_2 и инерген состоят из компонентов, входящих в состав воздуха. При тушении пожара они не разлагаются в пламени и не вступают в химические реакции с продуктами горения. Эти огнетушащие газы не оказывают химического воздействия на вещества и материалы, находящиеся в защищаемом помещении. При их подаче происходит охлаждение газа и некоторое снижение температуры в защищаемом помещении, что может оказать влияние на оборудование и материалы, находящиеся в нем.

Азот и аргон нетоксичны. Однако при их подаче в защищаемое помещение происходит снижение концентрации кислорода, что является опасным для человека.

Инерген - газ, образуемый путем смешения азота, аргона и углекислоты. Метод тушения основан на снижении концентрации кислорода в защищаемом помещении. Инерген состоит из азота (N_2) - 52 % (об.); аргона (Ar) - 40 % (об.) и двуокиси углерода (CO_2) - 8 % (об.).

Инерген является наиболее безопасным, с точки зрения воздействия на организм человека, газовым огнетушащим средством. Это объясняется тем, что даже при снижении концентрации кислорода в помещении в процессе тушения входящая в состав инергена двуокись углерода повышает способность человеческого организма более эффективно использовать имеющийся кислород.

Небольшое количество CO_2 приводит к увеличению частоты дыхания человека в атмосфере, содержащей инерген, и позволяет сохранить жизнедеятельность при недостатке кислорода.

В результате мозг человека продолжает получать необходимое количество кислорода, как и в нормальной среде, даже при снижении кислорода до уровня 12,5-14 %. Это свойство подтверждено экспериментальными исследованиями, проведенными за рубежом, с участием людей. В испытаниях при создании 50 % огнетушащей концентрации в помещении содержание CO_2 в воздухе составило 4 %, а концентрация кислорода снизилась до 12,5 %, при этом у людей наблюдалось лишь учащенное дыхание. Поэтому инерген используют в противопожарной защите помещений с постоянно присутствующим персоналом: авиадиспетчерские, залы, щиты управления АЭС, центры управления и подобные им объекты.

Управление техническими системами

Инерген получил сертификат Factor Mutual Research Comporation (FMRC) и включен зарубежными страховыми организациями в перечень огнетушащих составов неограниченной области применения. Удельный вес инергена близок к удельному весу воздуха, поэтому не происходит его скопления в нижней части помещения, огнетушащая концентрация равномерно распределяется в объеме всего помещения и удерживается длительное время. Следует учитывать, что хранение инергена осуществляется в сжатом состоянии газа, и для создания расчетной концентрации (около 37,5 % по объему) требуется использование большего количества баллонов и повышенное давление ГОС в модулях, которое на практике может достигать значения $P = 15-20$ МПа.

Инерген не проводит электрический ток, не образует осадка, не создает коррозионно-активных продуктов распада и является оптимальным ГОС для защиты помещений серверных с дорогостоящим чувствительным электронным оборудованием, помещений центров управления, а также объектов с наличием культурных и исторических ценностей.

Группа предприятий ЗАО «КОСМИ» разработала и поставила на российский рынок озонобезопасный, экологически чистый, высокоэффективный газовый огнетушащий состав «ТФМ-18», который является аналогом хладона 23. Условие безопасного заполнения модулей УАГП выражается зависимостью

$$Kз \leq P_{кр},$$

где $P_{кр}$ - критическая плотность ГОС.

При этом давление насыщенных паров «ТФМ-18» составляет $P = 4,04,5$ МПа при температуре 20-25 °С. Этим обеспечивается возможность использования в УАГП ГОС без газа-пропелента. Газовый состав безопасен для человека в диапазоне применяемых расчетных концентраций.

Зависимость изменения давления от температуры для сжиженных газов и хладонов имеет сложный характер и в значительной степени зависит от коэффициента заполнения модуля. На рис. 4.41 представлены зависимости этих параметров для хладона 23 при различных коэффициентах заполнения модуля емкостью 100 л.

Управление техническими системами

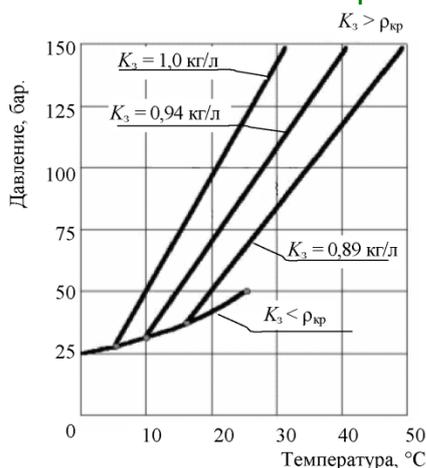


Рис. 4.41. Изменение давления в модуле МПГ-100 с хладоном 23

Исследования, проведенные канд. техн. наук С. С. Пустынниковым и Е. В. Чуйковым («НПО Пожарная автоматика сервис») на модулях типа МПГ, позволили установить, что в точке пересечения кривых (см. рис. 4.41) объем жидкой фазы ГОС становится равным объему модуля, при этом резко изменяется характер зависимости «давление - температура». Характер происходящих изменений подтверждается и зарубежными исследованиями.

В рассматриваемой области давление в модуле P_M представляет собой сумму значений:

$$P_M = P_H + P_p, \quad (4.1)$$

где P_H – давление ГОС на линии насыщения; P_p – давление теплового расширения жидкой фазы ГОС.

При нарушении температурного режима в помещении, правил эксплуатации, несоблюдении условий заправки модулей возможно резкое несанкционированное увеличение давления в баллоне, что может привести к разгерметизации установки и утечке ГОС.

Полученные экспериментальные результаты позволяют количественно обосновать основные расчетные критерии и условия использования систем газового пожаротушения, а также правильно организовать их техническое обслуживание и надзор со стороны эксплуатационных организаций.

При нарушении температурного режима в помещении, правил эксплуатации, несоблюдении условий заправки модулей возможно резкое несанкционированное увеличение давления в баллоне, что может привести к разгерметизации установки и утечке ГОС.

Полученные экспериментальные результаты позволяют количественно обосновать основные расчетные критерии и условия использования систем газового пожаротушения, а также правильно организовать их техническое обслуживание и надзор со стороны эксплуатационных организаций.

Лекция

по теме 1.5.1. Автоматические установки порошкового пожаротушения

ВОПРОСЫ

1. Назначение, устройство и работа установок порошкового пожаротушения.
 - 1.1. Особенности применения порошка в автоматических установках пожаротушения.
 - 1.2. Автоматические модули порошкового пожаротушения.
 - 1.3. Установки порошкового пожаротушения.
 - 1.4. Электроуправление установками порошкового пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабуринов В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. –298 с. (с. 177-185).

1. Назначение, устройство и работа установок порошкового пожаротушения

1.1. Особенности применения порошка в автоматических установках пожаротушения

Установки порошкового пожаротушения предназначены для тушения пожаров спиртов, нефтепродуктов, щелочных металлов, металлоорганических соединений и некоторых других горючих материалов, а также различных промышленных установок, находящихся под напряжением до 1000 В.

Установки могут применяться для тушения пожаров в производствах, где использование воды, воздушно-механической пены, двуокиси углерода, хладонов и других средств пожаротушения неэффективно или недопустимо вследствие их взаимодействия с обращающимися в производстве горючими продуктами.

Огнетушащие порошки не рекомендуется применять при тушении пожаров в помещениях, где имеется аппаратура с большим количеством открытых мелких

Управление техническими системами

контактных устройств, а также в помещениях на производствах, где обращаются горючие материалы, способные гореть без доступа кислорода [19].

Огнетушащие порошки представляют собой мелкоизмельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующими слеживанию и комкованию. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с другими огнетушащими веществами [36]:

- высокой огнетушащей способностью, так как являются сильным ингибитором горения;
- универсальностью применения;
- разнообразием способов пожаротушения - объемным, локальным или локально-объемным.

Различают порошки общего и специального назначения. Порошки общего назначения предназначены для тушения пожаров горючих материалов органического происхождения (легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, растворителей, углеводородных сжиженных газов и т. п.), твердых материалов и т. п. Тушение этих материалов производится посредством создания порошкового облака над очагом горения. Порошки специального назначения используются для тушения некоторых горючих материалов (например, металлов), прекращение горения которых достигается путем изоляции горячей поверхности от окружающего воздуха.

Огнетушащая способность порошков общего назначения повышается с увеличением их дисперсности, порошков специального назначения - почти не зависит от степени их дисперсности.

Эффект тушения пожаров порошковыми составами достигается за счет:

- разбавления горючей среды газообразными продуктами разложения порошка или непосредственно порошкового облака;
- охлаждения зоны горения в результате затрат тепла на нагрев частиц порошка, их частичное испарение и разложение в пламени;
- ингибирования химических реакций, обуславливающих развитие процесса горения, газообразными продуктами испарения и разложения порошков или гетерогенным обрывом цепей на поверхности порошков или твердых продуктов их разложения.

Принято считать, что способность порошковых составов ингибировать пламя играет основную роль при тушении.

Управление техническими системами

Успешное тушение пожара порошком зависит не только от свойств самого порошка, но и от условий его применения. Под условиями применения понимают пригодность порошка для тушения данного горючего материала и режим подачи порошка на очаг пожара. Пригодность порошка характеризуется совместимостью порошка с горючими материалами. Например, порошок на основе бикарбоната натрия пригоден для тушения пожаров классов В, С, Е, но не пригоден для тушения тлеющих материалов; порошок МГС эффективно тушит горящий натрий, но им нельзя тушить калий и ряд других металлов и т. д.

Режим подачи характеризуется следующими параметрами: удельным количеством огнетушащего вещества, интенсивностью подачи огнетушащего вещества и временем тушения. Кроме того, при выборе режима подачи порошка и способа тушения необходимо учитывать характер горения и свойства горючего материала. Например, при тушении пожаров классов В и С, для которых характерно ингибирование горения, наиболее эффективный способ подачи - создание тонкораспыленного облака. В этом случае требуется равномерное распределение порошка в объеме защищаемого помещения. Порошок должен подаваться в распыленном состоянии, что достигается специальными насадками и вытеснением порошка из сосуда под высоким давлением (не выше 1,6 МПа). При тушении пожаров класса D, разлитых легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, порошок необходимо подавать струей с небольшой кинетической энергией, чтобы равномерно засыпать горящую поверхность без распыления и сдувания порошка. В этом случае высокого давления для подачи огнетушащего порошка не требуется и могут быть использованы сосуды, рассчитанные на небольшое давление (до 0,8 МПа).

К основным требованиям, предъявляемым к огнетушащим порошкам, относятся не только эффективность тушения пламени, но и способность сохранять свои свойства в течение продолжительного времени. Как и многие высокодисперсные материалы, огнетушащие порошки при длительном хранении подвергаются различным изменениям, ухудшающим их качество: слеживанию и комкованию. Слеживаемость порошков возникает в результате воздействия влаги и температуры окружающей среды. В процессе поглощения порошком влаги из воздуха и последующего растворения в сконденсированной воде частиц порошка происходит образование насыщенных растворов твердой фазы. При дальнейшем увеличении количества влаги раствор становится перенасыщенным, и из него в зоне контакта частиц выпадают кристаллы исходной твердой фазы. Затем в результате образования фазовых контактов кристаллы срастаются.

Управление техническими системами

На кристаллические порошки небольшой твердости, к которым относятся огнетушащие, также влияет пластическая деформация частиц, в результате которой образование фазовых контактов из точечных протекает под действием повышенных температур и сжимающих усилий (например, собственной массы). На слеживаемость влияет размер частиц, их однородность и характер поверхности. Склонность к слеживаемости увеличивается с уменьшением размеров частиц. При уплотнении порошка мелкие частицы, зажимая поры между крупными частицами, увеличивают число точечных контактов, что обуславливает более высокую способность к слеживанию. Таким образом, огнетушащая эффективность порошков зависит не только от ингибирующей способности и дисперсности, но и от условий хранения и транспортирования. К эксплуатационным свойствам огнетушащих порошков относятся также увлажняемость (поглощение влаги воздуха), текучесть (транспортирование по трубопроводам и шлангам), пресуемость (уплотнение порошка под нагрузкой), устойчивость к вибрации (сохранение свойства после воздействия регламентируемой усадки), насыпная масса, совместимость с пенами (степень разрушаемости пены при контакте с порошком), электропроводность, коррозионная активность, токсичность. Существует несколько способов борьбы со слеживаемостью, которые сводятся либо к снижению содержания влаги в порошке, либо к уменьшению числа и площади контактов частиц. К ним относится удаление влаги путем сушки, упаковка порошков в водонепроницаемую тару, применение водоотталкивающих (гидрофобизирующих) и водопоглощающих средств, а также добавок, улучшающих текучесть. Улучшить эксплуатационные и, как следствие, огнетушащие свойства порошков можно не только введением специальных добавок, но и совершенствованием технологии их изготовления.

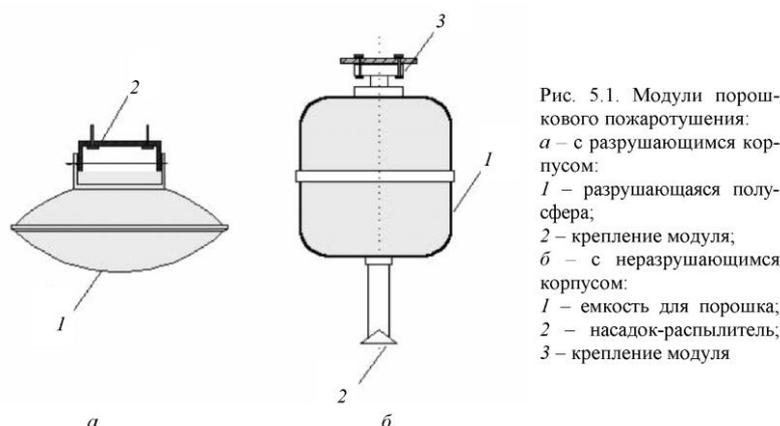
1.2. Автоматические модули порошкового пожаротушения

Модуль порошкового пожаротушения (МПП) - устройство, которое совмещает функции хранения и подачи огнетушащего порошка при воздействии исполнительного импульса на пусковой элемент [43]. Модули по способу организации подачи огнетушащего вещества могут быть с разрушающимся (Р) или неразрушающимся (Н) корпусом.

По времени действия (продолжительности подачи ОТВ) МПП могут быть быстрого действия (импульсные - И) или кратковременного действия (КД-1 и КД-2).

Управление техническими системами

По способу хранения вытесняющего газа МПП подразделяются на закачные (З), с газогенерирующим (пиротехническим) элементом (ГЭ, ПЭ), с баллоном сжатого или сжиженного газа (БСГ).



МПП с разрушающимся корпусом, представленный на рис. 5.1, *а*, имеет ослабленную нижнюю часть корпуса. При воздействии командного импульса включается газогенерирующее устройство, внутри корпуса растет давление и ослабленная часть разрушается и выпускает порошок в защищаемое помещение. Такая конструкция позволяет существенно снизить вес, однако после срабатывания модуль не подлежит восстановлению. МПП с неразрушающимся корпусом, представленный на рис. 5.1, *б*, имеет специальную мембрану и насадок. При подаче командного импульса газогенерирующее устройство создает в корпусе давление и мембрана разрушается. Порошок выходит из корпуса и через насадок распыливается на заданной площади. После использования модуль перезаряжается порошком и в него вставляется новая мембрана.

На рис. 5.2 представлен модуль с большим количеством порошка (до 100 кг).

Управление техническими системами

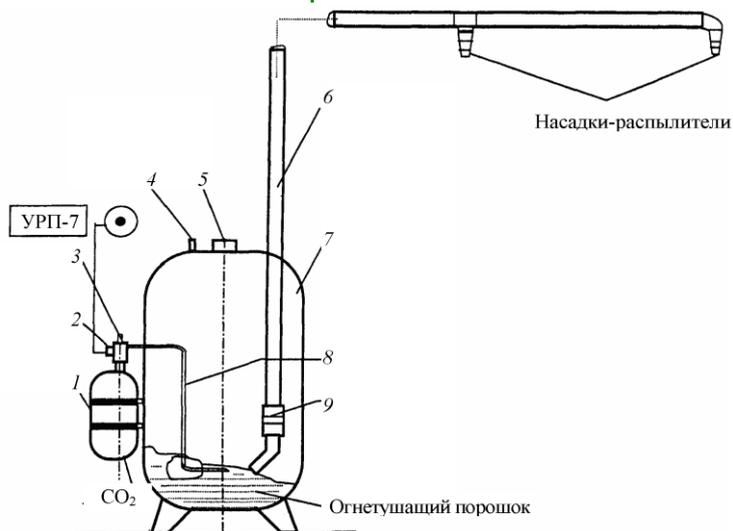


Рис. 5.2. Модуль порошкового пожаротушения МПП-100:
 1 – емкость с углекислотой; 2 – пиропатрон; 3 – пусковая головка;
 4 – предохранительный клапан; 5 – горловина засыпки порошка; 6 – труба;
 7 – баллон емкостью 100 дм³ с огнетушащим порошком; 8 – вспушиватель;
 9 – воздушный клапан; УРП-7 – устройство ручного пуска, входит в комплект МПП-100

Модуль типа МПП-50 или МПП-100 (см. рис. 5.2) представляет собой приваренный к раме стальной сварной баллон 7 для порошка, засыпаемого через горловину 5 в верхней части баллона. Труба 6 служит для соединения порошкового трубопровода с насадками-распылителями. В крышку горловины вмонтирован предохранительный клапан 4. К баллону 7 с порошком прикрепляется баллон 1 с двуокисью углерода или азота, под давлением 0,8 МПа (8 кгс/см²), который необходим для доставки порошка в защищаемое помещение. Газ из баллона 1 попадает под давлением в баллон 7 с порошком при помощи пусковой головки 3 с пиропатроном 2, которые включаются от системы электрического пуска или от устройства ручного пуска УРП. При возникновении пожара вследствие повышения температуры или при появлении открытого пламени система пожарной сигнализации вскрывает запорно-пусковое устройство 3 баллона 1. Газ из баллона поступает во внутреннюю полость корпуса 7 с порошком. В корпусе порошок с помощью вспушивателя 8 переходит в псевдооживженное состояние, благодаря чему приобретает способность к текучести по распределительному трубопроводу. При повышении давления в корпусе огнетушителя до 0,8 МПа (8 кгс/см²) срабатывает клапан пневматический 9, после чего порошок из корпуса по имеющейся в нем сифонной трубке поступает к распределительному трубопроводу, затем к распылителям-насадкам, а далее на защищаемую площадь (в объем).

Модуль оборудован устройством ручного пуска УРП, которое включает модуль через пусковую головку с пиропатроном.

1.3. Установки порошкового пожаротушения

Установки порошкового пожаротушения состоят из одного или нескольких модулей и подразделяются на следующие типы [44]:

- установки с централизованным источником рабочего газа;
 - установки с автономными источниками рабочего газа на каждом модуле.
- Установки второго типа, в свою очередь, подразделяются на:
- установки с одновременным пуском всех модулей, входящих в ее состав;
 - установки с выборочным (единичным) пуском модулей в зависимости от места возникновения пожара.

Установки порошкового пожаротушения являются преимущественно установками локального пожаротушения.

Установки должны иметь 100%-ный резервный запас огнетушащего порошка и рабочего газа, находящегося непосредственно в модулях и готовых к немедленному применению в случаях, когда возможно повторное воспламенение горючего материала (например, при продолжающемся после тушения непрерывном поступлении горючей жидкости с температурой самовоспламенения 773 К и ниже; при наличии горючих веществ и материалов, разогретых до температуры, повышающей их температуру самовоспламенения, и т. п.). Во всех других случаях 100%-ный резервный запас порошка и рабочего газа допускается хранить отдельно от модулей.

В качестве модулей для установок применяются автоматические порошковые модули с единым источником рабочего газа или модули с электропуском или с тросовой системой пуска.

Установка с централизованным источником рабочего газа состоит из следующих сборочных единиц:

- модулей, содержащих емкость с огнетушащим порошком вместимостью 100 л, оснащенных запорной регулирующей и предохранительной арматурой, а также распределительную сеть с насадками-распылителями.

В качестве модулей для установок этого типа применяются автоматические порошковые огнетушители модульного типа. Число модулей зависит от необходимого количества огнетушащего порошка;

Управление техническими системами

- централизованного источника рабочего газа, содержащего емкости (баллоны) для хранения рабочего газа, оснащенные запорно-пусковой арматурой автоматического действия и прибором контроля. В качестве централизованного источника рабочего газа могут применяться батареи и установки газового пожаротушения. При необходимости емкость (мощность) источника рабочего газа может быть увеличена путем присоединения к батарее наборных секций;
- коллектора, содержащего магистральный трубопровод с ответвлениями и предназначенного для подачи рабочего газа от централизованного источника к модулям;
- распределительных устройств, предназначенных для подачи рабочего газа к требуемой группе модулей;
- установок автоматической пожарной сигнализации с тепловыми, дымовыми извещателями и извещателями пламени, предназначенных для обнаружения пожара и выдачи сигналов на включение запорной арматуры централизованного источника рабочего газа и распределительных устройств, а также звуковой и световой сигнализаций;
- блока электроуправления установкой.

Установка с автономным источником рабочего газа включает следующие сборочные единицы:

- модули, содержащие емкость с огнетушащим порошком различной вместимости. Емкость, оснащенную автономным источником рабочего газа с запорно-пусковым устройством, а также регулирующую и предохранительную аппаратуру. Распределительную сеть с насадками-распылителями. В качестве модулей для установок данного типа применяются огнетушители модульного типа с электропуском. Количество модулей в установке определяется по необходимой массе огнетушащего порошка;
- установку автоматической пожарной сигнализации с тепловыми, дымовыми извещателями и извещателями пламени, предназначенную для обнаружения пожара и выдачи сигнала на отключение вентиляционных систем, на включение запорно-пусковых устройств автономных источников рабочего газа, а также звуковой и световой сигнализаций;
- блок электропитания установки;
- кабельную сеть для подачи сигнала пуска на каждый модуль.

Установка с автономным источником рабочего газа включает набор

Управление техническими системами

модулей, серийно выпускаемых промышленностью. Установки имеют фиксированный заряд огнетушащего порошка. Величина защищаемой площади (объема) определяется техническими характеристиками модулей, входящих в состав установки.

В качестве рабочего газа для установок рекомендуется применять двуокись углерода, азот или воздух. Воздух и азот должны быть обезвожены. Содержание влаги допускается не более 0,01 % по массе.

Все типы установок допускаются к эксплуатации в режиме дежурства только в том случае, если они обеспечены зарядом рабочего газа в количестве, не меньшем допускаемого паспортом на модуль для индивидуальных источников рабочего газа и на газовые батареи для централизованного источника.

Коэффициент заполнения корпусов модулей огнетушащим порошком (отношение объема порошка к вместимости корпуса) не должен превышать 0,95.

1.4. Электроуправление установками порошкового пожаротушения

Аппаратура электрического управления установкой с централизованным источником рабочего газа должна обеспечивать [19]:

- постоянную готовность установки к действию в случае возникновения пожара в защищаемом помещении;
- обнаружение пожара с указанием места, где он произошёл;
- выдачу сигнала о пожаре в диспетчерскую объекта и в пожарную часть, а также предупреждающего сигнала в пределах защищаемого помещения для обеспечения эвакуации людей;
- задержку автоматического пуска установки на время, необходимое для эвакуации людей из защищаемого помещения, в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил;
- автоматический пуск установки для выдачи основного запаса огнетушащего порошка от приемной станции пожарной сигнализации;
- повторный дистанционный пуск установки для выдачи резервного запаса огнетушащего порошка;
- ручной (по месту) пуск установки при полностью отключенной электроэнергии;
- возможность отключения автоматики и перевода установки только на ручной пуск;
- выдачу сигнала о включении требуемого направления подачи рабочего газа, о движении газа, а также о начале работы модулей.

Снабжение электроэнергией всех приемников установки должно производиться по первой категории в соответствии с требованиями ПУЭ.

Лекция

по теме **1.6.1. Автоматические установки аэрозольного пожаротушения**

ВОПРОСЫ

1. Назначение, область применения и классификация аэрозольных автоматических установок пожаротушения.
2. Конструктивные особенности аэрозольных АУП.
3. Проектирование и расчет аэрозольных АУП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС Россия, 2007. –298 с. (с. 195-221).

1. Назначение, область применения и классификация аэрозольных автоматических установок пожаротушения

Одним из способов тушения пожара в помещении является объёмный способ, при котором во всём защищаемом объёме создаётся среда, не поддерживающая горение. До середины 90-х годов XX века в качестве наиболее широко используемых огнетушащих веществ при объёмном способе тушения применялись инертные газовые разбавители (двуокись углерода, азот, водяной пар, аргон и др.), а также химически активные галлоидоуглеводороды - хладоны (фреоны или галлоны) 12В1, 13В1, 114В2.

Поскольку инертные разбавители в силу своих физико-химических свойств имеют низкую огнетушащую способность, то для тушения пожара их требуется значительное количество. Более эффективными по сравнению с ними являются хладоны, которые до настоящего времени наиболее широко применялись в установках объёмного пожаротушения. На их долю приходилось около 80 % от всех используемых огнетушащих веществ [46].

Управление техническими системами

Однако, по мнению многих учёных, присутствие применяемых при тушении пожаров хладонов (в том числе бромхлорсодержащих) в верхних слоях атмосферы является одной из причин разрушения озонового слоя Земли. Для оценки степени воздействия на этот процесс различных галоидоорганических соединений, включая и огнетушащие бромхлорхладоны, был введён показатель озоноразрушающего потенциала (ОРП). В целях защиты от разрушения озонового слоя Земли в 1987 г. в Монреале 23 страны, включая Россию, подписали протокол, обязывающий снизить производство и потребление озоноразрушающих веществ. На основании этого заключения международным сообществом, в которое входит Россия, был принят ряд документов (Венская конвенция, Монреальский протокол, поправки к протоколу (Лондонские и Копенгагенские)) о поэтапном прекращении производства озоноразрушающих хладонов. В связи с этим во всём мире интенсивно ведётся поиск заменителей и альтернативных хладонам огнетушащих веществ с нулевым ОРП.

В России в качестве огнетушащих веществ, альтернативных хладонам, получила достаточно широкое распространение новая разновидность средств объёмного пожаротушения, имеющих нулевой ОРП, - твёрдотопливные аэрозолеобразующие огнетушащие составы (АОС) и установки аэрозольного пожаротушения на их основе.

Аэрозольные АУП - установки пожаротушения, в которых в качестве огнетушащего вещества (ОВ) используется аэрозоль, получаемый при горении аэрозолеобразующих составов (АОС). В состав аэрозоля входят высокодисперсные твёрдые частицы, величина дисперсности которых не превышает 10 мкм и инертные газы.

По эксплуатационно-технологическому назначению компоненты АОС подразделяются на *базовые, целевые и технологические* [46].

Широко используемые окислители и горючие условно называются базовыми компонентами, а их смеси - базовыми составами.

Базовые компоненты (составы) - обеспечивают протекание устойчивой самоподдерживающейся (во всем диапазоне внешних воздействий) химической реакции окисления компонентов смеси (процесса горения). На их основе разрабатывают различные типовые и специальные рецептуры с требуемыми эксплуатационными показателями, по различным технологиям изготавливают огнетушащие заряды.

Управление техническими системами

Целевые компоненты - предназначены для придания составам, их зарядам, процессу горения и продуктам сгорания требуемых физикохимических и эксплуатационных свойств.

Технологические компоненты - служат для обеспечения технологичности, экономичности и безопасности производства огнетушащих зарядов.

По физико-химическому назначению компоненты АОС можно классифицировать на следующие основные категории [46]: а) окислители; б) горючие; в) связующие (цементаторы) - вещества, обеспечивающие механическую прочность формуемых огнетушащих зарядов; г) флегматизаторы - вещества, уменьшающие температуру и скорость горения состава, а также чувствительность его к механическим, тепловым и другим внешним воздействиям; д) стабилизаторы - вещества, увеличивающие химическую стойкость состава; е) катализаторы (ингибиторы) - вещества, ускоряющие (замедляющие) процесс горения; ж) вещества технологического назначения (смазочные, растворители и т. п.).

Процесс горения твердотопливных АОС представляет собой комплекс экзотермических химических реакций. Реакции горения начинаются на поверхности состава, а заканчиваются в газовой фазе (в пламени). Соединения металлов, получаемые в процессе химических реакций в пламени в газо-, парообразном состоянии, попадая в окружающую среду, охлаждаются. При этом происходит их конденсация с образованием в потоке выделившегося газа субмикронных размеров твердых частиц, например, различных соединений щелочных и щелочно-земельных металлов. Получаемую в процессе реакции горения двухфазную систему (смесь газов и твердых частиц) называют твердофазным аэрозолем [46].

Подавление с помощью АОС очагов горения в условиях возникшего пожара или предотвращение возникновения пожара, взрыва различных горючих веществ в замкнутых объемах зданий, помещений, сооружений и оборудовании по принципу действия относится к объемному способу комбинированного газового и порошкового пожаротушения, условно именуемому газопорошковым способом пожаротушения. Данному способу аэрозольного тушения свойственны основные закономерности, характерные для подавления горения газовыми и порошковыми составами. Вместе с тем тушение твердофазными аэрозолями, получаемыми при сжигании зарядов АОС, имеет ряд отличительных свойств, обеспечивающих более высокую огнетушащую эффективность по сравнению с известными газовыми и порошковыми составами [46, 47]:

Управление техническими системами

- АОС образуют большое количество инертных газов, что снижает содержание кислорода и реакционную способность горючей смеси в объеме;
- образовавшиеся неспассивированные высокодисперсные частицы соединений калия обладают более высокой химической активностью и эффективно ингибируют газовое пламя (химически прерывая цепные реакции окисления);
- твердые частицы аэрозолей размером в 10-100 раз меньше порошков обладают высоким теплопоглощением и заметно уменьшают температуру пламени;
- аэрозоли имеют более высокие, чем порошки, показатели стабильности создаваемых концентраций (низкая скорость оседания частиц) и проникающей способности в труднодоступные, «теневые» зоны защищаемого объема и др.

Анализ процессов получения аэрозоля и его взаимодействия с пламенем показал, что эффективность и механизм аэрозольного тушения (при прочих равных условиях) определяется главным образом следующими условиями [46,47]:

- разбавлением горючей среды газообразными негорючими продуктами реакции горения (аэрозолеобразования) АОС, продуктами разложения твердых частиц аэрозоля и потреблением (выжиганием) кислорода в защищаемом объеме;
- ингибированием химических реакций в пламени свежобразовавшихся высокодисперсными твердыми частицами аэрозоля (K_2CO_3 , $KHCO_3$, KOH , KCl , K_2O и др.) и продуктами их разложения (K_2O , KO и др.);
- охлаждением зоны горения за счет поглощения тепла аэрозолями.

Классификация генераторов огнетушащего аэрозоля

Согласно ГОСТ Р 51046-97 [48] ГОА классифицируются следующим образом:

- по конструктивному исполнению: снаряжённые узлом пуска, не снаряженные узлом пуска;
- по способу приведения в действие ГОА: запускаемые от электрического сигнала, запускаемые от теплового сигнала, с комбинированным пуском;
- по температуре продуктов, образующихся на срезе выпускного отверстия, ГОА подразделяются на три типа:
 - - генераторы, при работе которых температура превышает 500 °С;
 - - генераторы, при работе которых температура составляет 130— 500 °С;
 - — генераторы, при работе которых температура меньше 130 °С.

Классификация ГОА представлена на рис. 6.1.

Управление техническими системами

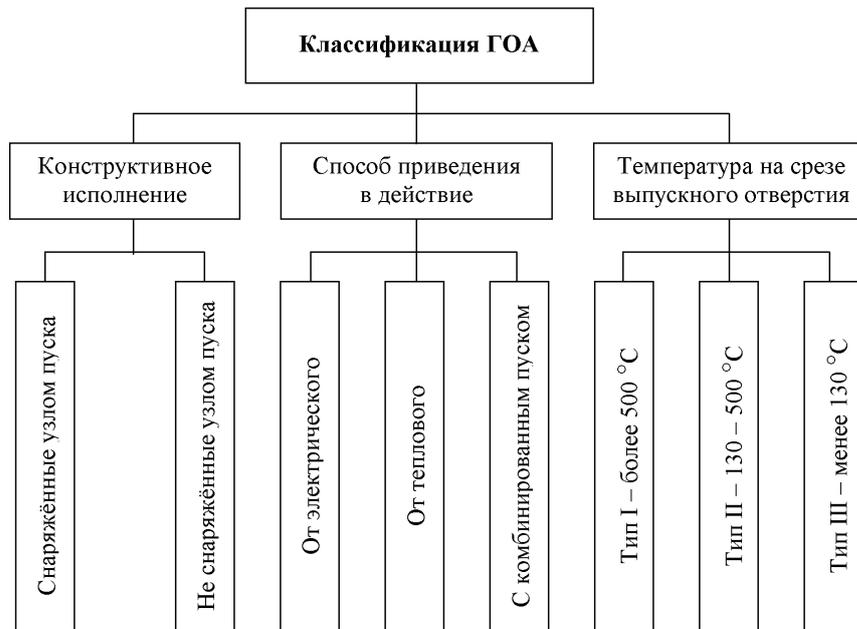


Рис. 6.1. Классификация ГОА

Основные параметры генераторов огнетушащего аэрозоля

ГОА должны характеризоваться следующими основными параметрами:

- температурой продукта на срезе выпускного отверстия, °C;
- массой АОС в снаряжённом генераторе, кг;
- огнетушащей способностью аэрозоля, получаемого при работе ГОА, кг/м³, по отношению к пожарам определённых классов по ГОСТ 27331;
- временем подачи огнетушащего аэрозоля, с;
- инерционностью (временем срабатывания), с.

Параметры ГОА, характеризующие типы, должны соответствовать значениям, указанным в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Параметры генераторов огнетушащего аэрозоля

Основные параметры генератора	Тип генератора		
	I	II	III
1. Температура аэрозольных продуктов на срезе выпускного отверстия генератора, °C	> 500	130–500	< 130
2. Масса АОС в снаряжённом генераторе, кг, не более	15,0	15,0	15,0
3. Огнетушащая способность аэрозоля, получаемого при работе ГОА для модельных очагов класса В, кг/м ³ , не более	0,20	0,7	0,7
4. Время подачи огнетушащего аэрозоля, с	5–200	5–200	5–200
5. Инерционность (время срабатывания): - для ГОА, запускаемых от электрического сигнала, номинальное значение (с отклонением, не превышающим ± 0,5 с), не более	5,0	5,0	5,0
- для ГОА, запускаемых от теплового сигнала	В соответствии с нормативными документами		

Управление техническими системами

Структура обозначения генератора огнетушащего аэрозоля

Условное обозначение генераторов огнетушащего аэрозоля в ТУ, другой технической документации должно содержать сведения о ГОА в соответствии со следующей структурой.



Пример условного обозначения генератора, применяемого в стационарных системах объёмного аэрозольного пожаротушения типа II (образующего при работе огнетушащий аэрозоль с температурой от 130 до 500 °С) с массой заряда АОС в снаряжённом генераторе 2,0 кг, огнетушащей способностью аэрозоля, получаемого при работе ГОА, при тушении модельных очагов класса В, равной 47 г/м³, временем подачи огнетушащего аэрозоля 30 с, по ТУ 4854-003-07509209: ГОА-11-2,00-047-030- ТУ 4854-003-07509209-94.

2. Конструктивные особенности аэрозольных АУП

ГОА предназначены для получения в результате сжигания зарядов АОС эффективных экологически безопасных огнетушащих аэрозолей и подачи их с требуемым расходом в защищаемое помещение.

Одновременно ГОА обеспечивает сохранность огнетушащего заряда АОС от внешних воздействий и защиту окружающих людей, оборудования от непосредственного воздействия на них опасных факторов в процессе получения огнетушащего аэрозоля (температура струи, световое излучение). Основными элементами ГОА (рис. 6.2, в) являются [46]:

- корпус (оболочка, камера сгорания) 1;
- огнетушащий заряд АОС 2;
- узел воспламенения - устройство инициирования 3 заряда (электроспираль, электропиропатрон, пировоспламенитель, капсуль и др.).

ГОА могут также включать в себя следующие элементы [46]:

- выходное отверстие (сопло) с удерживающей заряд решеткой 5;
- герметизирующая легковскрываемая мембрана 6;

Управление техническими системами

- насадки (завихрители, инжекторы, охладители, сопла, смесители) 7;
- блоки охлаждения, располагаемые в камере сгорания ГОА, 4;
- узел крепления или приспособление для переноски и забрасывания ГОА в очаг пожара 8;
- другие специальные конструктивные и защитные элементы.

Принцип действия ГОА

При возникновении пожара включается устройство (узел) инициирования, от высокотемпературного воздействия которого воспламеняется заряд АОС, вскрывается мембрана и начинается истечение в защищаемый объем, непосредственно или через специальные приспособления, образующегося огнетушащего аэрозоля.

Разновидности конструкции ГОА

Генераторы огнетушащего аэрозоля можно разделить по следующим основным признакам [46]:

- виду компоновки;
- конструктивным особенностям корпусов;
- способу применения;
- температуре огнетушащего аэрозоля на выходе из ГОА;
- способу пуска.

По видам компоновки генераторы огнетушащего аэрозоля можно разделить на три группы:

- *бескорпусные*. Огнетушащий заряд АОС с узлом инициирования (или без него) расположены в защитной оболочке на несгораемой панели в защищаемом объеме; процесс аэрозолеобразования протекает при разрушении или плавлении защитной оболочки (рис. 6.2, а);
- *генераторы со сбрасываемым корпусом*. Огнетушащий заряд АОС и узел инициирования жестко установлены в защитном корпусе, который после пуска сбрасывается; процесс аэрозолеобразования протекает непосредственно в атмосфере защищаемого объема (рис. 6.2, б);
- *генераторы с камерой сгорания*. Огнетушащий заряд АОС и узел инициирования жестко установлены в защитном корпусе, одновременно являющимся камерой сгорания; процесс аэрозолеобразования протекает в корпусе с последующей подачей аэрозоля в защищаемый объем (рис. 6.2, в).

Наибольшее применение получили генераторы третьего вида - с камерой сгорания.

Управление техническими системами

По конструктивным особенностям ГОА условно подразделяются на следующие:

- с металлическим корпусом;
 - с пластмассовым (картонным и т. п.) корпусом;
 - сопловые (рис. 6.3);
 - бессопловые (рис. 6.4-6.8);
 - с насадками (инжекторами, диффузорами, завихрителями и т. п.) (рис. 6.3-6.8);
 - без насадок (рис. 6.4-6.8),
 - с охлаждающими блоками (рис. 6.9);
 - с однонаправленной подачей аэрозоля (рис. 6.3-6.4, 6.6, 6.8);
 - с двунаправленной подачей аэрозоля (рис. 6.5);
 - с круговой подачей аэрозоля (рис. 6.7);
 - со ступенчатой подачей аэрозоля (рис. 6.8);
- с комбинированной подачей аэрозоля и других огнетушащих веществ (газ, порошок, вода и т. д.) (рис. 6.9, 6.10).

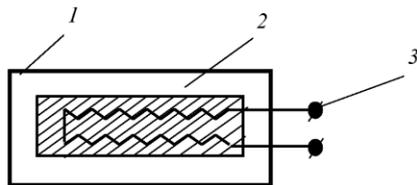


Рис. 6.2, а. Бескорпусной генератор огнетушащего аэрозоля:
1 – негорючая панель; 2 – огнетушащий заряд АОС; 3 – иницирующий элемент (электрическая спираль, огнепроводный шнур и т. д.)

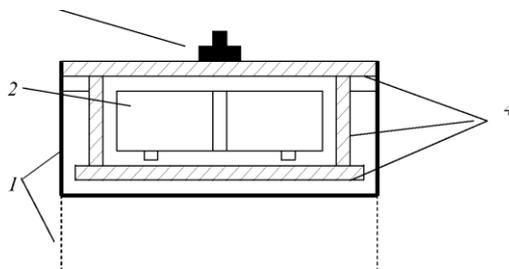


Рис. 6.2, б. Генератор огнетушащего аэрозоля со сбрасываемым корпусом:
1 – сбрасываемый корпус ГОА; 2 – огнетушащий заряд АОС; 3 – узел иницирования;
4 – удерживающие заряд неподвижные элементы ГОА

Управление техническими системами

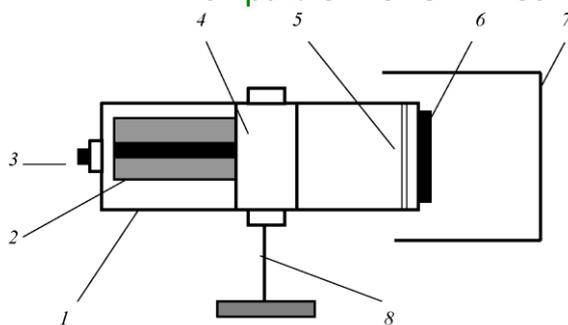


Рис. 6.2, в. Генератор огнетушащего аэрозоля с камерой сгорания:
1 – корпус ГОА; 2 – огнетушащий заряд АОС; 3 – узел иницирования;
4 – блок охлаждения; 5 – решётка, удерживающая заряд АОС; 6 – легкоскрываемая мембрана; 7 – насадок (инжектор, диффузор, завихритель); 8 – узел крепления

По способу применения ГОА подразделяются:

- на стационарно размещаемые;
- переносные (забрасываемые, передвижные и т.п.).

По температуре аэрозоля, получаемого на срезе выходного отверстия, ГОА подразделяются в соответствии с ГОСТ Р51046-97 на три типа:

- высокотемпературные (температура аэрозоля 500 °С);
- среднетемпературные (температура аэрозоля 130-500 °С);
- низкотемпературные (температура аэрозоля < 130 °С).

Управление техническими системами

Рис. 6.3. Сопловый генератор огнетушащего аэрозоля

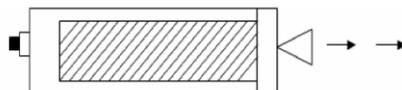


Рис. 6.4. Генератор огнетушащего аэрозоля с однонаправленной подачей аэрозоля

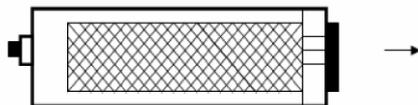


Рис. 6.5. Генератор огнетушащего аэрозоля с двунаправленной подачей аэрозоля

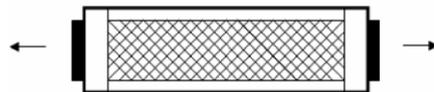


Рис. 6.6. Генератор огнетушащего аэрозоля с рассекателем

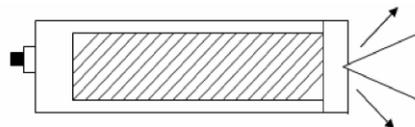


Рис. 6.7. Генератор огнетушащего аэрозоля с круговой подачей аэрозоля

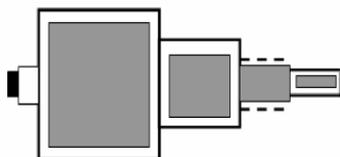
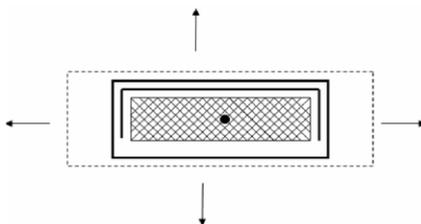


Рис. 6.8. Генератор огнетушащего аэрозоля со ступенчатой подачей аэрозоля

Управление техническими системами

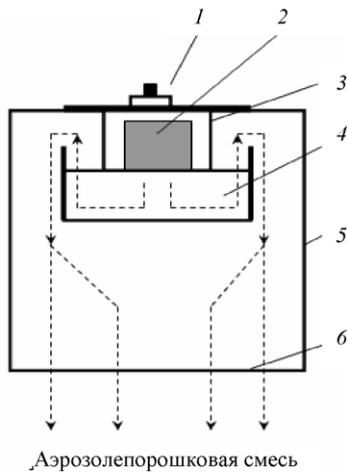


Рис. 6.9. Генератор огнетушащей аэрозольно-порошковой смеси (комбинированный) ГОАП-к:
1 – узел иницирования; 2, 3 – встроенный ГОА с зарядом АОС; 4 – смеситель-охладитель с порошком; 5 – корпус комбинированного генератора; 6 – выходное отверстие

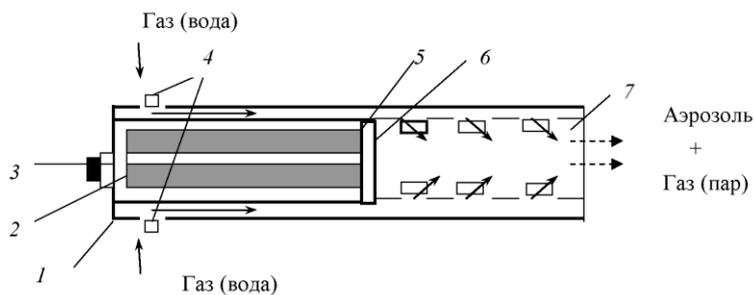


Рис. 6.10. Генератор огнетушащей газо-, парааэрозольной смеси комбинированный ГОАГ-к (ГОАВ-к):
1 – корпус комбинированного генератора; 2 – корпус встроенного генератора огнетушащего аэрозоля (ГОА) с зарядом АОС; 3 – узел иницирования;
4 – штуцер для подачи в межкорпусное пространство газа (воды);
5-6 – удерживающая решётка с мембраной ГОА; 7 – смеситель комбинированного генератора; 8 – распылители для подачи газа (воды) в смеситель

По способу пуска ГОА подразделяются на генераторы:

- с электрическим пуском (электропировоспламенители, электроспирали и т. п.);
- с тепловым пуском (огнепроводные шнуры, очаг пожара и т. п.);
- с механическим пуском;
- с комбинированным пуском.

Наибольшее распространение в настоящее время получили генераторы с пуском от электрического и (или) теплового сигнала.

Г енераторы, имеющие электрический пуск, как правило, применяются в автоматических установках аэрозольного пожаротушения.

Тепловой пуск ГОА обычно осуществляется от огнепроводного шнура (термочувствительного), представляющего собой специальную твердотопливную композицию с пониженной температурой воспламенения. Из нее изготавливается шнур с заданными формой и размерами. Огнепроводный термочувствительный шнур размещают в местах наиболее вероятного возникновения загорания в защищае-

Управление техническими системами

мом помещении. При возникновении пожара он воспламеняется, огонь распространяется по шнуру и приводит в действие генератор. Возможно также воспламенение огнепроводного шнура от специальных пиромеханических устройств, которые приводятся в действие при достижении в контролируемой зоне защищаемого помещения заданной температуры (как правило, более низкой, чем температура воспламенения огнепроводного шнура). ГОА с таким тепловым способом пуска не требуют внешнего источника энергии, функционируют автономно и применяются в стационарных установках пожаротушения и переносных (забрасываемых) генераторах огнетушащего аэрозоля.

Из многообразия показателей, характеризующих технико-экономическую и социально-экономическую ценность любых технических изделий, в том числе пожарной техники, для твердотопливных генераторов огнетушащего аэрозоля следует выделить ряд показателей, определяющих не только эффективность и экономичность, но и специфику, область целесообразного и допустимого (безопасного) практического применения ГОА, независимо от их конструктивных особенностей и способов применения.

Основные показатели, комплексно характеризующие уровень эффективности, безопасности, совершенства конструкции при применении твердотопливных ГОА, приведены в табл. 6.2 [46].

В России разработкой и производством аэрозолеобразующих огнетушащих составов и генераторов огнетушащего аэрозоля занимается значительное количество предприятий. Создано более двух десятков рецептур АОС, разработаны и прошли экспериментальную отработку более 100 модификаций ГОА, обладающих широким диапазоном тактико-технических характеристик. Наиболее перспективные образцы ГОА прошли межведомственные, а также сертификационные испытания и рекомендованы для практического использования в установках аэрозольного пожаротушения.

Таблица 6.2

Характеристики типовых ГОА

Управление техническими системами

№ п/п	ГОА	Защищаемый объем V, м³	Время работы τ, с	Температура, °С		Температурные зоны		
				горения АОС	аэрозоля (длина температурных зон, см)	75 °С	200 °С	400 °С
1	«Пурга»-Э1	20	57–58	1150–1300	820(50)	–	–	–
2	«Пурга»-Э5	81	61–72		800(100)	–	–	–
3	«Пурга»-Э10	120	76		804(100)	–	–	–
4	«Пурга» КО-2	2	20–26		350(30)	–	–	<20
5	«Пурга» КО-2-01	1	14–20		270(30)	–	~50	–
6	«Пурга» МХ	10	30–50		250(30)	–	~50	–
7	МАГ-1	0,5	2,5	1100–1200	500(5)	–	–	–
8	МАГ-2	1	4,0		164(5)	<50	–	–
9	МАГ-3	2	4,0–5,0		472(5)	–	–	–
10	МАГ-4	10	7,5		425(5)	–	–	~10
11	ГОА-40-72	38	18–25	900–100	800(10)	–	–	–
12	СОТ-1	60	90–120	1350–1450	400(100)	–	–	~100
13	СОТ-1У	60	74–98	1100–1150	400(50)	–	100	50
14	АГС-2	20	37–49		200(50)	170	50	15
15	АГС-3	3	16–22		100(50)	–	<10	–
16	АГС-4	5	34–46		60(50)	–	–	–
17	АГС-6	52	36–48		25(50)	–	–	–
18	«Габар»-П-2,0	20	25–35		1300–1350	200	–	–
19	«Габар»-П-6,0	60	25–45	1100–1200	250	–	–	–
20	«Вьюга»-МЭО-0,075	0,8	6–8	1200	480(0)	320	120	40
21	ОСАм	30–160	35–100	1200	–	170	35	–
22	«Теслаг»-3	33	18–24	1200	–	250	50	5
23	«Теслаг»-6	70	36–48	1250	1250	–	–	130
24	ОП-517 (АГАТ1)	–	30	1250	450	–	~80	–
25	ОП-517 (АГАТ2)	–	30	1200	–	180	~40	–
26	АПГ-3	40	40	1200	–	180	~40	–

Приведенные значения основных показателей характерных модификаций ГОА основаны на материалах официальных публикаций, экспериментальных данных ВНИИПО и разработчиков-изготовителей генераторов (нормативно-техническая документация, акты и протоколы испытаний), полученных в испытаниях по методам, изложенным в НПБ 60-97 [49].

Эффективность и безопасность процесса объемного тушения пожара АОС (особенно в негерметичных помещениях) во многом определяются расходными характеристиками подаваемого из ГОА аэрозоля, зависящими от закономерностей (закона) изменения во времени скорости сгорания заряда.

Различают три основных режима горения (аэрозолеобразования) [46]:

- а) с постоянной массовой скоростью (соответственно подача аэрозоля с постоянным секундным расходом);
- б) прогрессивное (с увеличивающимся во времени секундным расходом);
- в) регрессивное (с уменьшающимся во времени секундным расходом).

Возможны комбинации различных режимов горения.

Процесс образования огнетушащего аэрозоля в результате сгорания АОС и подачи его в защищаемый объем чаще всего сопровождается явлением струйного истечения высокотемпературного аэрозоля (от нескольких десятков до нескольких

Управление техническими системами

сотен и тысяч градусов, °С), повышением (иногда значительным) температуры корпуса ГОА, его элементов на сотни градусов. Эти явления представляют потенциальную опасность для людей, оборудования, ограждающих конструкций, также они могут являться источником пожара и взрыва [46].

Генераторы, температура аэрозоля на выходе из которых 800 °С, чаще всего не оснащены охлаждающими насадками (блоками) для эффективного снижения температуры образующегося аэрозоля. Высокотемпературная струя аэрозоля может достигать нескольких метров, что является существенным недостатком. Это требует ограничения области применения таких ГОА или разработки специальных защитных мероприятий при использовании в качестве исполнительных устройств автоматических установок объемного аэрозольного пожаротушения [46].

В последнее время разработаны и освоены в производстве модификации генераторов так называемого «холодного» аэрозоля. К ним относятся все генераторы серии МАГ и некоторые генераторы серий «Пурга» (ФЦДТ «Союз»), «Габар» (ИЧП «ГАБАР»), ГОА 40-72 (фирма «Интертехнолог»), ОСА (ООО НПФ «НОРД ЛТД»), АГС (АО «Гранит»), ряд модификаций генераторов серии «Вьюга» (ЦНКБ), «Теслат» (СКТБ «Технолог»), Допинг (фирма «Эпотос+»), ОП-517 (ИВЦ «Техномаш») и некоторые другие [46].

Снижение температуры аэрозольной смеси в генераторах «холодного» аэрозоля достигается либо благодаря рецептуре АОС и конструкции ГОА (например, ГОА-40-72, ОСА), либо в результате применения специальных охлаждающих блоков, размещаемых непосредственно в корпусах ГОА (МАГ, АГС, «Габар», «Вьюга», ОП-517 - АГАТ, АПГ, «Теслат» и др.). В последнем случае масса охлаждающего состава может в 1,5-2,5 раза и более превышать массу заряда АОС, находящегося в генераторе. В результате применения охладителей удастся снизить температуру аэрозоля на выходе ГОА до 600-100 °С и ниже [46].

Знание таких пожароопасных характеристик ГОА, как максимальная температура аэрозоля на выходе из ГОА, максимальная температура его корпуса, размеры зон аэрозольной струи с температурой 75, 200, 400 °С и зажигающая способность аэрозоля по отношению к различным горючим веществам и материалам, позволяет обоснованно решать вопрос о допустимости применения аэрозольного пожаротушения на конкретных объектах, производить выбор модификаций ГОА, схем их расположения в защищаемом объёме, разрабатывать мероприятия, обеспечивающие эффективность и безопасность применения ГОА и установок аэрозольного

пожаротушения. Однако пока нет отработанных, надежных и утвержденных в установленном порядке методик оценки зажигающей способности аэрозольных струй и уровня взрывозащищенности конструкции ГОА [46].

Большинство современных модификаций ГОА обладает зажигающей способностью по отношению к ряду горючих веществ, имеет невзрывозащищенное конструктивное исполнение, и их применение во взрывоопасных помещениях не предусмотрено. В последние годы проводятся исследования, имеющие целью создание модификаций ГОА во взрывозащищенном исполнении (например, генераторы комбинированного аэрозолепорошкового тушения типа «Габар», а также новых видов ГОА: ОСА, ОП- 517 и др.) и разработку надежных методик по определению уровня взрывозащищенности конструкций ГОА [46].

3. Проектирование и расчёт аэрозольных АУП

Автоматические установки аэрозольного пожаротушения (АУАП) являются установками объёмного пожаротушения и применяются для тушения (ликвидации) пожаров подкласса А2 и класса В по ГОСТ 27331-87 [29] объёмным способом в помещениях объемом до 10000 м³, высотой не более 10 м и с параметром негерметичности, не превышающим указанного в табл. 12 Приложения 5 НПБ 88-2001* [19].

При этом допускается наличие в указанных помещениях горючих материалов, горение которых относится к пожарам подкласса А1 по ГОСТ 27331, тушение которых может быть осуществлено ручными штатными средствами в количествах, предусмотренных ППБ 01-03 [72] и НПБ 155-2002 [79].

В помещениях категории А и Б по взрывопожароопасности по НПБ 105-03 [50] и ПУЭ [51] допускается применение ГОА, получивших соответствующее свидетельство о взрывозащищенности электрооборудования, выданное в установленном порядке, и имеющих необходимый уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрических частей ГОА.

При этом конструктивное устройство ГОА при его срабатывании должно исключать возможность воспламенения взрывоопасной смеси, которая может находиться в защищаемом помещении, что должно быть подтверждено соответствующим испытанием по методике, принятой в установленном порядке.

При проектировании установок должны быть приняты меры, исключаящие возможность возникновения загораний в защищаемых помещениях от применяемых ГОА.

Управление техническими системами

Допускается применение установок для защиты кабельных сооружений (полэтажи, коллекторы, шахты) объемом до 3000 м³ и высотой не более 10 м, при значениях параметра негерметичности помещения не более 0,001 м⁻¹ и при условии отсутствия в электросетях защищаемого сооружения устройств автоматического повторного включения.

Применение установок для тушения пожаров в помещениях с кабелями, электроустановками и электрооборудованием, находящимися под напряжением, допускается при условии, если значение напряжения не превышает предельно допустимого, указанного в ТД на конкретный тип ГОА.

Установки объемного аэрозольного пожаротушения не обеспечивают полного прекращения горения (ликвидации пожара) и не должны применяться для тушения:

- а) волокнистых, сыпучих, пористых и других горючих материалов, склонных к самовозгоранию и (или) тлению внутри слоя (объема) вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и др.);
- б) химических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха;
- в) гидридов металлов и пирофорных веществ;
- г) порошков металлов (магний, титан, цирконий и др.).

Использование по решению заказчика АУАП для локализации пожара веществ и материалов, при тушении которых АУАП не обеспечивают полного прекращения горения, не исключает необходимости оборудования помещений, в которых находятся или обращаются указанные вещества и материалы, установками пожаротушения, предусмотренными соответствующими нормами и правилами, ведомственными перечнями, другими действующими нормативными документами, утвержденными и введенными в действие в установленном порядке.

Запрещается применение АУАП:

- а) в помещениях, которые не могут быть покинуты людьми до начала работы генераторов;
- б) в помещениях с большим количеством людей (50 человек и более);
- в) в помещениях зданий и сооружений III и ниже степени огнестойкости по СНиП 21-01-97 [52] установок с использованием генераторов огнетушащего аэрозоля, имеющих температуру более 400 °С за пределами зоны, отстоящей на 150 мм от внешней поверхности генератора.

Управление техническими системами

Установки должны иметь автоматическое и дистанционное включение. Приведение в действие ГОА должно осуществляться с помощью электрического пуска по алгоритму, определяемому в соответствии с приложением 10 НПБ 88-2001* [19]. Запрещается в составе установок использовать генераторы с комбинированным пуском.

Местный пуск установок не допускается.

Аэрозольные АУП включают в себя:

- а) пожарные извещатели;
- б) приборы и устройства контроля и управления установкой и ее элементами;
- в) устройства, обеспечивающие электропитание установки и ее элементов;
- г) шлейфы пожарной сигнализации, а также электрические цепи питания, управления и контроля установки и ее элементов;
- д) генераторы огнетушащего аэрозоля;
- е) устройства, формирующие и выдающие командные импульсы на отключение систем вентиляции, кондиционирования, воздушного отопления и технологического оборудования в защищаемом помещении, на закрытие противопожарных клапанов, заслонок вентиляционных коробов и т. п.;
- ж) устройства для блокировки автоматического пуска установки с индикацией заблокированного состояния при открывании дверей в защищаемое помещение;
- з) устройства звуковой и световой сигнализации и оповещения о срабатывании установки и наличии в помещении огнетушащего аэрозоля.

Исходными данными для расчета и проектирования АУАП являются:

- а) назначение помещения и степень огнестойкости ограждающих строительных конструкций здания (сооружения);
- б) геометрические размеры помещения (объем, площадь ограждающих конструкций, высота);
- в) наличие и площадь постоянно открытых проемов и их распределение по высоте помещения;
- г) наличие и характеристика остекления;
- д) наличие и характеристика систем вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления;

Управление техническими системами

- е) перечень и показатели пожарной опасности веществ и материалов по ГОСТ 12.1.044-89 [53], находящихся или обращающихся в помещении и соответствующий им класс (подкласс) пожара по ГОСТ 27331-87 [29];
- ж) величина, характер, а также схема распределения пожарной нагрузки;
- з) расстановка и характеристика технологического оборудования;
- и) категория помещений по НПБ 105-03 [50] и классы зон по ПУЭ [51];
- к) рабочая температура, давление и влажность в защищаемом помещении;
- л) наличие людей и возможность их эвакуации до пуска установки;
- м) нормативная огнетушащая способность выбранных типов генераторов (определяется по НПБ 60-97 [49], для расчетов берется максимальное значение нормативной огнетушащей способности по отношению к пожароопасным веществам и материалам, находящимся в защищаемом помещении), другие параметры генераторов (высокотемпературные зоны, инерционность, время подачи и время работы);
- н) предельно допустимые давление и температура в защищаемом помещении (из условия прочности строительных конструкций или размещенного в помещении оборудования) в соответствии с требованиями п. 6 ГОСТ Р 12.3.047-98 [54].

Размещение генераторов в защищаемых помещениях должно исключать возможность воздействия высокотемпературных зон каждого генератора:

- а) зоны с температурой более 75 °С на персонал, находящийся в защищаемом помещении или имеющий доступ в данное помещение (на случай несанкционированного или ложного срабатывания генератора);
- б) зоны с температурой более 200 °С на хранимые или обращающиеся в защищаемом помещении сгораемые вещества и материалы, а также сгораемое оборудование;
- в) зоны с температурой более 400 °С на другое оборудование.

Данные о размерах опасных высокотемпературных зон генераторов необходимо принимать из технической документации на ГОА.

При необходимости следует предусматривать соответствующие конструктивные мероприятия (защитные экраны, ограждения и т. п.) в целях исключения возможности контакта персонала в помещении, а также сгораемых материалов и оборудования с опасными высокотемпературными зонами ГОА. Конструкция за-

Управление техническими системами

щитного ограждения генераторов должна быть включена в проектную документацию на данную установку и выполнена с учетом рекомендаций изготовителя примененных генераторов.

Размещение генераторов в помещениях должно обеспечивать заданную интенсивность подачи, создание огнетушащей способности аэрозоля не ниже нормативной и равномерное заполнение огнетушащим аэрозолем всего объема защищаемого помещения, с учетом ранее изложенных требований. При этом допускается размещение генераторов ярусами.

Размещать генераторы необходимо таким образом, чтобы исключить попадание аэрозольной струи в створ постоянно открытых проемов в ограждающих конструкциях помещения.

Установка должна обеспечивать задержку выпуска огнетушащего аэрозоля в защищаемое помещение на время, необходимое для эвакуации людей после подачи звукового и светового сигналов оповещения о пуске генераторов, а также полной остановки вентиляционного оборудования, (закрытия воздушных заслонок, противопожарных клапанов и т. п.), но не менее 30 с.

Генераторы следует размещать на поверхности ограждающих конструкций, опорах, колоннах, специальных стойках и т. п., изготовленных из несгораемых материалов, или должны быть предусмотрены специальные платы (кронштейны) из несгораемых материалов под крепление генераторов с учетом требований безопасности, изложенных в технической документации на конкретный тип генератора.

Расположение генераторов в защищаемых помещениях должно обеспечивать возможность визуального контроля целостности их корпуса, клемм для подключения цепей пуска генераторов и возможность замены неисправного генератора новым.

Требования к защищаемым помещениям

Помещения, оборудованные автоматическими установками аэрозольного пожаротушения, должны быть оснащены указателями о наличии в них установок. У входов в защищаемые помещения должна предусматриваться сигнализация в соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 [16].

Помещения, оборудованные установками, должны быть по возможности герметизированы. Должны быть приняты меры против самооткрывания дверей от избыточного давления, определенного в соответствии с обязательным приложением 11 НПБ 88-2001* [19].

Управление техническими системами

В системах воздухопроводов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений необходимо предусматривать воздушные затворы или противопожарные клапаны в пределах противопожарных отсеков.

При пожаре необходимо предусматривать до включения установки автоматическое отключение систем вентиляции, воздушного отопления, кондиционирования, дымоудаления и подпора воздуха защищаемых помещений, а также закрытие воздушных затворов или противопожарных клапанов. При этом время их полного закрытия не должно превышать 30 с.

Для удаления аэрозоля после окончания работы установки необходимо использовать общеобменную вентиляцию помещений. Допускается для этой цели применять передвижные вентиляционные установки.

Требования безопасности

При проектировании установки необходимо учитывать и соблюдать требования безопасности, изложенные в технической документации на генераторы и другие элементы установки, ГОСТ 2.601-95 [35], ГОСТ 12.0.001-82 [55], ПУЭ-98 [51], настоящих нормах, других действующих НТД, утвержденных и введенных в установленном порядке.

В проектах установок, а также в эксплуатационных документах должны быть предусмотрены мероприятия по исключению случайного пуска установок пожаротушения и воздействия опасных факторов работы генераторов на персонал (токсичности огнетушащего аэрозоля, высокой температуры аэрозольной струи и корпуса генераторов, травмирования человека при его передвижении в условиях полной потери видимости).

Места, где проводятся испытания и ремонтные работы установок, должны быть оборудованы предупреждающими знаками со смысловым значением «Осторожно! Прочие опасности» по ГОСТ 12.4.026-76* [56] и поясняющей надписью «Идут испытания!» или «Ремонт», а также обеспечены инструкциями и правилами безопасности.

Входить в помещение после выпуска в него огнетушащего аэрозоля до момента окончания проветривания разрешается только после окончания работы установки в средствах защиты органов дыхания, предусмотренных технической документацией на генераторы.

Управление техническими системами

Перед сдачей в эксплуатацию установка должна подвергаться обкатке в течение не менее 1 месяца. При этом должны производиться фиксации автоматическим регистрационным устройством или в специальном журнале учета дежурным персоналом (с круглосуточным пребыванием) всех случаев срабатывания пожарной сигнализации или управления автоматическим пуском установки с последующим анализом их причин. При отсутствии за это время ложных срабатываний или иных нарушений установка переводится в автоматический режим работы. Если за указанный период были зарегистрированы сбои, установка подлежит повторному регулированию и проверке.

Испытание работоспособности установки при комплексной проверке должно проводиться путем измерения сигналов, снимаемых с контрольных точек основных функциональных узлов извещателей и вторичных приборов по схемам, приведенным в ТД. При этом в качестве нагрузки на линии пуска могут быть использованы имитаторы генераторов огнетушащего аэрозоля, электрические характеристики которых должны соответствовать характеристикам устройств пуска генераторов.

Сдача смонтированной установки производится по результатам комплексной проверки и обкатки, при этом должно быть составлено заключение (акт) комиссии, определяющее техническое состояние, работоспособность и возможность ее эксплуатации. В состав комиссии по приемке в эксплуатацию установки должны входить представители администрации объекта, организаций, составивших техническое задание, выполнявших проект, монтаж установки.

Требования к аппаратуре управления

Кроме общих требований аппаратура управления автоматическими установками аэрозольного пожаротушения (далее по тексту этого подраздела - установками) должна обеспечивать:

- а) дистанционный пуск установки (у входов в защищаемые помещения, допускается в помещении пожарного поста);
- б) автоматический контроль электрических цепей управления пусковыми устройствами и цепей пусковых устройств на обрыв;
- в) задержку выпуска огнетушащего вещества на время, необходимое для эвакуации людей, остановки вентиляционного оборудования, систем кондиционирования, закрытия воздушных заслонок, противопожарных клапанов и т. д. после подачи светового и звукового оповещения о пожаре, но не менее чем на 10 с. Необходимое время эвакуации из защищаемого помещения следует определять по ГОСТ 12.1.004-91 [5];

Управление техническими системами

г) отключение автоматического пуска установки с индикацией отключенного состояния при открывании дверей в защищаемое помещение.

Устройства дистанционного пуска установок следует размещать у эвакуационных выходов снаружи защищаемого помещения. Указанные устройства должны быть защищены в соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 [16].

Размещение устройств дистанционного пуска допускается в помещениях пожарного поста или другом помещении с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство.

На дверях в защищаемые помещения необходимо предусматривать устройства, выдающие сигнал на отключение автоматического пуска установки при их открывании.

Размещение устройств отключения и восстановления автоматического пуска должно производиться в помещении пожарного поста или в другом помещении с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство.

Устройства восстановления автоматического пуска, защищенные от несанкционированного доступа, при необходимости могут устанавливаться у входа в защищаемое помещение.

Требования к сигнализации

В помещениях, защищаемых автоматическими установками аэрозольного пожаротушения, и перед входами в них должна предусматриваться сигнализация в соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 [16].

Смежные помещения, имеющие выходы только через защищаемые помещения, должны быть оборудованы аналогичной сигнализацией.

Перед входами в защищаемые помещения необходимо предусматривать сигнализацию об отключении автоматического пуска установки.

В помещении пожарного поста или другом помещении с персоналом, ведущим круглосуточное дежурство, кроме общих требований должна быть предусмотрена:

а) световая и звуковая сигнализации о неисправности установки: об исчезновении напряжения на основном и резервном вводах электроснабжения (звуковой сигнал общий);

б) световая сигнализация об отключении автоматического пуска (с расшифровкой по защищаемым помещениям).

Примечание. В случае применения дымовых пожарных извещателей для защиты объекта в комплекте с автоматической установкой аэрозольного пожаротушения

Управление техническими системами

необходимо предусматривать мероприятия, исключающие ложные срабатывания указанных извещателей в помещениях, в которые возможно попадание аэрозольных продуктов от сработавших генераторов огнетушащего аэрозоля.

Методика расчета автоматических установок аэрозольного пожаротушения

1. Суммарная масса заряда аэрозолеобразующего состава $M_{АОС}$, кг, необходимая для ликвидации (тушения) пожара объемным способом в помещении заданного объема и негерметичности, определяется по формуле

$$M_{АОС} = K_1 K_2 K_3 K_4 q_n V, \tag{6.1}$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения аэрозоля по высоте помещения; K_2 – коэффициент, учитывающий влияние негерметичности защищаемого помещения; K_3 – коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей в аварийном режиме эксплуатации; K_4 – коэффициент, учитывающий особенности тушения кабелей при различной их ориентации в пространстве; q_n – нормативная огнетушащая способность для того материала или вещества, находящегося в защищаемом помещении, для которого значение q_n является наибольшим (величина q_n должна быть указана в технической документации на генератор), кг·м⁻³; V – объем защищаемого помещения, м³.

1.1. Коэффициенты уравнения (6.1) определяются следующим образом:

1.1.1. Коэффициент K_1 принимается равным:

- $K_1 = 1,0$ – при высоте помещения не более 3,0 м;
- $K_1 = 1,15$ – при высоте помещения от 3,0 до 5,0 м;
- $K_1 = 1,25$ – при высоте помещения от 5,0 до 8,0 м;
- $K_1 = 1,4$ – при высоте помещения от 8,0 до 10 м.

1.1.2. Коэффициент K_2 определяется по формуле

$$K_2 = 1 + U^* \tau_n, \tag{6.2}$$

где U^* – определенное по табл. 6.3 значение относительной интенсивности подачи аэрозоля при данных значениях параметра негерметичности δ и параметра распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения ψ , с⁻¹; τ_n – размерный коэффициент, с.

Значение τ_n принимается равным 6 с; δ – параметр негерметичности защищаемого помещения, определяемый как отношение суммарной площади постоянно открытых проемов $\sum F$ к объему защищаемого помеще-

ния V , $\delta = \frac{\sum F}{V}$, м⁻¹; ψ – параметр распределения негерметичности по вы-

соте защищаемого помещения, определяемый как отношение площади постоянно открытых проемов, расположенных в верхней половине защищаемого помещения F_v , к суммарной площади постоянно открытых проемов

помещения, $\psi = \frac{F_v}{\sum F} 100$, %.

1.1.3. Коэффициент K_3 принимается равным:

- $K_3 = 1,5$ – для кабельных сооружений;
- $K_3 = 1,0$ – для других сооружений.

1.1.4. Коэффициент K_4 принимается равным:

- $K_4 = 1,15$ – при расположении продольной оси кабельного сооружения под углом более 45° к горизонту (вертикальные, наклонные кабельные коллекторы, туннели, коридоры и кабельные шахты);
- $K_4 = 1,0$ – в остальных случаях.

1.2. При определении расчетного объема защищаемого помещения V объем оборудования, размещаемого в нем, из общего объема не вычитается.

1.3. При наличии данных натурных испытаний в защищаемом помещении по тушению горючих материалов конкретными типами генераторов, проведенных по методике, согласованной с ФГУ ВНИИПО МВД России,

суммарная масса зарядов аэрозолеобразующего состава (АОС) для защиты заданного объема помещения может определяться с учетом результатов указанных испытаний.

2. Определение необходимого общего количества генераторов в установке.

2.1. Общее количество генераторов N должно определяться следующим условием: сумма масс зарядов АОС всех генераторов, входящих в установку, должна быть не меньше суммарной массы зарядов АОС, вычисленной по формуле (6.1):

$$\sum_{i=1}^{i=N} m_{\text{Г} \text{О} \text{А} i} \geq M_{\text{АОС}}, \quad (6.3)$$

где $m_{\text{Г} \text{О} \text{А} i}$ – масса заряда АОС в одном генераторе, кг.

2.2. При наличии в аэрозольных АУП однотипных генераторов общее количество ГОА N , шт., должно определяться по формуле

$$N \geq \frac{M_{\text{АОС}}}{m_{\text{Г} \text{О} \text{А}}}. \quad (6.4)$$

Полученное дробное значение N округляется в большую сторону до целого числа.

2.3. Рекомендуются общее количество генераторов N откорректировать в сторону увеличения с учетом вероятности срабатывания применяемых генераторов для обеспечения заданной заказчиком надежности установки.

3. Определение алгоритма пуска генераторов.

3.1. Пуск генераторов может производиться одновременно (одной группой) или, в целях снижения избыточного давления в помещении, несколькими группами без перерывов в подаче огнетушащего аэрозоля.

Количество генераторов в группе n определяется из условия соблюдения требований пп. 3.2 и 3.3.

3.2. Во время работы каждой группы генераторов относительная интенсивность подачи аэрозоля должна удовлетворять условию

$$U \geq U^* \text{ (см. п. 1.1.2),}$$

где U – относительная интенсивность подачи аэрозоля (отношение интенсивности подачи огнетушащего аэрозоля к нормативной огнетушащей способности аэрозоля для данного типа генераторов, $U = I / q_{\text{н}}$), с^{-1} ; I – интенсивность подачи огнетушащего аэрозоля в защищаемое помещение (отношение суммарной массы заряда АОС в группе генераторов установки ко времени ее работы и объему защищаемого помещения), $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$.

3.3. Избыточное давление в течение всего времени работы установки (см. приложение 11) не должно превышать предельно допустимого давления в помещении (с учетом остекления).

Если требования пп. 3.2 и 3.3 выполнить не представляется возможным, то применение установки аэрозольного пожаротушения в данном случае запрещается.

Количество групп генераторов J определяется из условия: общее количество их в установке должно быть не меньше определенного в пп. 2.1–2.3.

4. Определение уточненных параметров установки.

4.1. Параметры установки после определения количества групп генераторов J и количества генераторов в группе n подлежат уточнению по формулам:

$$N^* = \sum_{j=1}^{j=J} \sum_{i=1}^{i=n} n_i \geq N; \quad (6.5)$$

$$M_{\text{АОС}}^* = \sum_{i=1}^{i=N} m_{\text{ГООА}} \geq M_{\text{АОС}}; \quad (6.6)$$

$$\tau_{\text{АУАП}}^* = \sum_{j=1}^{j=J} \tau_{\text{ГП}}; \quad (6.7)$$

где $\tau_{\text{АУАП}}^*$ – время работы установки (промежуток времени от момента подачи сигнала на пуск установки до окончания работы последнего генератора), с; $\tau_{\text{ГП}}$ – время работы группы генераторов (промежуток времени от момента подачи сигнала на пуск генераторов данной группы до окончания работы последнего генератора этой группы), с.

4.2. Во избежание превышения давления в помещении выше предельно допустимого необходимо провести поверочный расчет давления при использовании установки с уточненными параметрами на избыточное давление в помещении в соответствии с приложением 11 к настоящим нормам. Если полученное в результате поверочного расчета давление превысит предельно допустимое, то необходимо увеличить время работы установки, что может быть достигнуто увеличением количества групп генераторов J при соответствующем уменьшении количества генераторов в группе n и (или) применением генераторов с более длительным временем работы. Далее необходимо провести расчет уточненных параметров установки, начиная с п. 1 данной методики.

5. Определение запаса генераторов.

Установка, кроме расчетного количества генераторов, должна иметь 100%-ный запас (по каждому типу ГООА).

При наличии на объекте нескольких установок аэрозольного пожаротушения запас генераторов предусматривается в количестве, достаточном для восстановления работоспособности установки, сработавшей в любом из защищаемых помещений объекта.

Генераторы должны храниться на складе объекта или на складе организации, осуществляющей сервисное обслуживание установки.

Лекция

по теме 1.7.1. Автоматическая пожарная защита многофункциональных зданий повышенной этажности

ВОПРОСЫ

1. Структура систем АППЗ и их основные функции.
2. Технические средства защиты людей от опасных факторов пожара, их размещение.
3. Системы оповещения о пожаре и управление эвакуацией людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. –298 с. (с. 221-235).

1. Структура систем АППЗ и их основные функции

При осуществлении капитального строительства в крупных городах одновременно с решением задачи повышения качества строительства выдвигается требование рационального использования земли при возведении объектов, что ведет к повышению этажности застройки. К зданиям повышенной этажности (ЗПЭ) относятся здания высотой 10 и более этажей. Для современных ЗПЭ и зданий с массовым пребыванием людей (ЗМПЛ) характерны следующие моменты пожарной опасности: многофункциональность зданий (наличие в них различных по назначению помещений - магазинов, мастерских, ателье, складов и т. п.), обуславливающая существование дополнительных источников опасности возникновения пожара; нередко значительная высота и сложная планировка зданий (особенно лечебных и учебных заведений, зданий гостиничного и административного назначения); увеличение пожарной нагрузки за счет применения большого количества предметов комфорта, отделочных материалов, бытовой химии; рост количества источников пожара за счет применения электробытовой техники; образование токсических продуктов при горении синтетических материалов; быстрое распространение огня и продуктов горения по зданию [2].

Перечисленные выше факторы не только усложняют тушение пожаров, но и существенно затрудняют (а иногда делают невозможным) проведение эвакуации и спасение людей, застигнутых пожаром в здании. По этой причине пожары в подобных зданиях нередко приводят к многочисленным жертвам, поэтому для своевременного обнаружения пожара и обеспечения безопасной эвакуации людей в ЗПЭ (равно как и в зданиях с массовым пребыванием людей) наряду с соответствующими объемнопланировочными решениями предусматривают устройство технических средств противопожарной защиты (ТСПЗ). Как показывают статистические исследования, применение ТСПЗ, особенно работоспособных систем оповещения, спринклерных и дренчерных установок существенно уменьшает число жертв пожаров в ЗПЭ. При этом, как показывает мировая практика, максимальный эффект в обеспечении безопасности людей достигается в тех случаях, когда все ТСПЗ объединены конструктивно и функционально и управляются центральным процессо-

Управление техническими системами

ром. Применение ТСПЗ в ЗПЭ и зданиях с массовым пребыванием людей регламентируется соответствующими главами нормативных документов [57-60]. На рис. 7.1 приведены составляющие системы защиты людей от ОФП, которая включает в себя системы обнаружения пожара (СОП), оповещения людей и управление их эвакуацией (СОЛиУЭ), противодымной защиты (ПДЗ) и пожаротушения (СПТ).

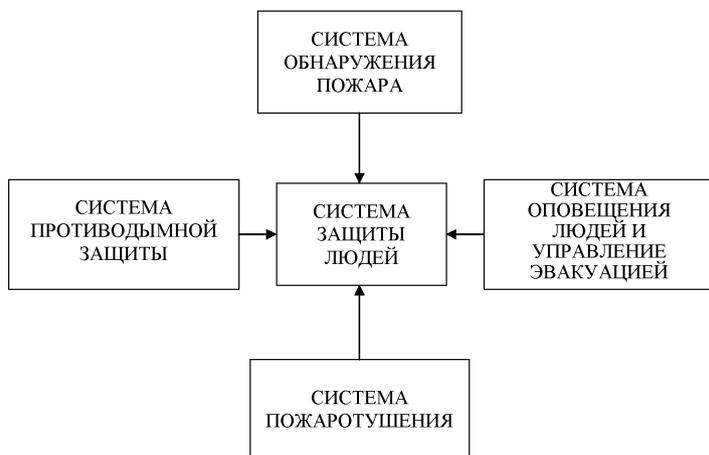


Рис. 7.1. Схема защиты людей (СЗЛ) от воздействия факторов пожара (ОФП)

На рис. 7.2 представлена принципиальная схема технических средств противопожарной защиты в ЗПЭ. Главные ее блоки - тепловые (ПИ) и дымовые пожарные извещатели (ДПИ), система подпора воздуха (СПВ), система дымоудаления (СДУ), АУП, центральный диспетчерский пункт (ЦДП). При появлении сигнала о пожаре от автоматического пожарного извещателя или извещателя ручного действия, установленного в зонах возможного появления того или иного признака пожара (повышенной температуры, дыма, продуктов горения), на щите управления центрального диспетчерского пункта происходит преобразование его в командные импульсы на проверку истинности данного сигнала тревоги, вызов пожарной помощи, включение СОЛ и УЭ, СПДЗ и СПТ.

Так работает полностью автоматизированная схема защиты людей, имеющая в своем составе управляющие ЭВМ. Если ЭВМ нет, все описанные выше действия выполняет диспетчер ЦДП. Он же вызывает аварийные службы и производит отключение всех систем после выполнения задачи.

Управление техническими системами

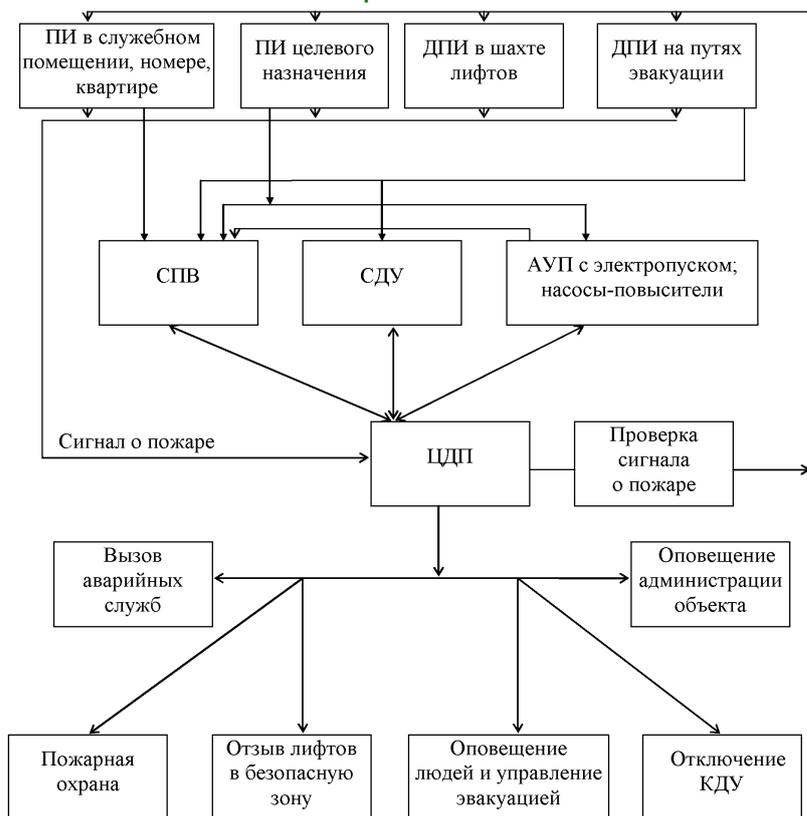


Рис. 7.2. Принципиальная схема ТСПЗ зданий повышенной этажности:
 ПИ – пожарный извещатель; ДПИ – дымовой пожарный извещатель; СПВ – система подпора воздуха; СДУ – система дымоудаления; АУП – автоматическая установка пожаротушения; ЦДП – центральный диспетчерский пункт; КДУ – клапан дымоудаления

Управление техническими системами

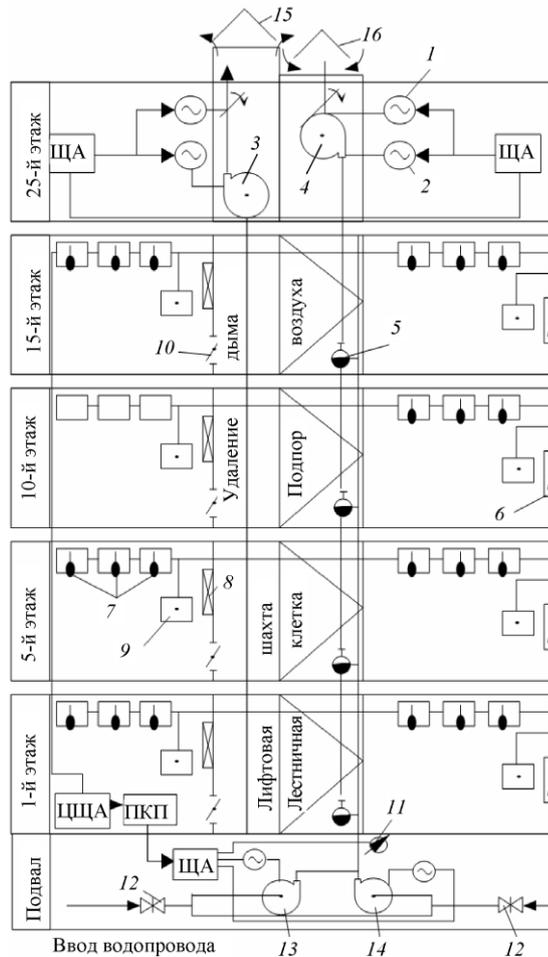


Рис. 7.3. Блок-схема ТСПЗ жилых домов высотой 23–25 этажей:

ЩА – щит автоматики; ЦЩА – центральный щит автоматики; ПКП – приемно-контрольный прибор; 1, 2 – электродвигатели; 3 – вытяжной вентилятор; 4 – приточный вентилятор; 5 – внутренний пожарный кран; 6 – клапан дымоудаления в оконном блоке; 7 – пожарный извещатель; 8 – этажный щиток управления; 9 – этажная пусковая кнопка; 10 – дымовой клапан; 11 – электроконтактный манометр; 12 – задвижка; 13, 14 – насосы-повысители; 15 – клапан в шахте дымоудаления; 16 – приемный клапан Р

На рис. 7.3 показан один из вариантов размещения технических средств противопожарной защиты жилого дома высотой 23-25 этажей. При пожаре срабатывает пожарный извещатель 7 (в жилых комнатах - тепловой, на путях эвакуации - дымовой), сигнал от которого поступает на центральный щит автоматики (ЦЩА) и приемно-контрольный прибор пожарной сигнализации. После проверки истинности сигнала о пожаре сообщение передается в пожарную охрану. Через щиты автоматики (ЩА) технического этажа включаются приводы, а для открывания этажных дымовых клапанов 10 и клапана в шахте для удаления дыма 15, приемного клапана 16 в шахте (или воздуховоде) приточного воздуха и заслонок оконных блоков квартир - также двигатели 2 вентилятора 3 СДУ (вытяжка дыма) из коридоров этажа, где возник пожар, и вентилятора 4 СПВ (нагнетание свежего воздуха в лестничную клетку,

Управление техническими системами

лифтовую шахту и лифтовой холл). При необходимости (с ЦЩА через ЩА насосной станции) могут быть включены пожарные насосы-повысители 13 для повышения давления у внутренних пожарных кранов соответствующей зоны. Подачу сигнала тревоги и включение приводов СДУ и СПВ осуществляют через этажные щитки управления 8 с помощью пусковых кнопок 9. Включение насосов-повысителей производят с помощью пусковых кнопок, установленных около пожарных кранов 5.

2. Технические средства защиты людей от опасных факторов пожара, их размещение

Технические средства автоматической пожарной сигнализации в ЗПЭ, в том числе и в зданиях с массовым пребыванием людей, могут иметь самостоятельное значение (т. е. выполнять только функции обнаружения пожара и сообщения о нем), а также использоваться для запуска (включения) систем пожаротушения, противодымной защиты, оповещения людей и управления эвакуацией.

Для защиты помещений, в которых в случае пожара возможно сравнительно быстрое нарастание температуры (коридоры жилых квартир [57], мастерские, раздевалки, кладовые и т. п.), применяют тепловые пожарные извещатели. Защиту путей эвакуации (коридоров, лифтовых холлов, лестничных клеток), а также помещений административных зданий, офисов [60], гостиничных номеров, осмотровых и выставочных залов и т. п. осуществляют с помощью дымовых пожарных извещателей.

Аппаратуру пожарной сигнализации обычно располагают либо в центральном диспетчерском пункте (ЦДП) защищаемого здания (крупные гостиницы, здания жилого и административного назначения, крупные универмаги, музеи, спортивные комплексы), либо в помещении, где постоянно находится дежурный персонал.

Автоматические пожарные извещатели (или автономные пожарные извещатели, имеющие выход в систему пожарной сигнализации) должны быть установлены во всех помещениях (в том числе квартирах, офисах, коридорах, лифтовых холлах, фойе, вестибюлях и т. д.) за исключением помещений, не подлежащих защите. Количество и размещение извещателей в помещениях должно определяться требованиями НПБ 88-2001* (табл. 5, 8).

Элементы АПС должны обеспечивать автоматическое самотестирование работоспособности и передачу информации, подтверждающей их исправность в ЦПУ СПЗ. Организационными и техническими мероприятиями должно быть обеспечено

Управление техническими системами

восстановление работоспособности элементов АПС, участвующих в формировании сигналов управления, за время не более 2 ч после получения сигнала о неисправности.

При повреждении линии связи в одном или нескольких помещениях (квартирах) должна сохраняться связь с элементами системы, установленными в других помещениях (квартирах), путем автоматического отключения поврежденного участка линии. Допускается использовать кольцевую линию связи с ответвлениями в каждое помещение (квартиру) с автоматической защитой от короткого замыкания в ответвлении.

Приборы управления АПС должны обеспечивать [19]:

- реализацию поэтажного и позонного алгоритмов управления автоматическими СПЗ;
- визуальный контроль данных о срабатывании элементов автоматических СПЗ в пределах помещения, зоны, пожарного отсека и здания в целом;
- контроль и повременную регистрацию данных о срабатывании элементов автоматических СПЗ, а также возможность документального оформления этих данных в виде распечаток;
- передачу информации о пожаре в ближайшее пожарное депо и ЦППС.

Алгоритм управления автоматической СПЗ должен обеспечивать своевременное включение СПЗ здания для обеспечения эвакуации людей до наступления опасных факторов пожара и снижения материальных потерь при пожаре.

Важнейшим условием безопасной эвакуации людей из здания, в котором произошел пожар, является обеспечение незадымляемости путей эвакуации [61]. Это достигается конструктивно-планировочными решениями и техническими средствами, обеспечивающими удаление дыма из жилых помещений, коридоров, проходов и т. п. и незадымляемость путей эвакуации. Эти технические устройства состоят из систем подпора воздуха на путях эвакуации и систем дымоудаления. Система подпора воздуха (рис. 7.4) служит для ограничения возможности распространения дыма и токсичных продуктов горения по зданию посредством подачи большого количества свежего воздуха в шахты лифтов, лифтовые холлы, тамбур-шлюзы незадымляемой лестничной клетки и обычные (задымляемые) лестничные клетки, создающие в этих объемах избыточное (не менее 20 Па) давление, препятствующее их задымлению.

Управление техническими системами

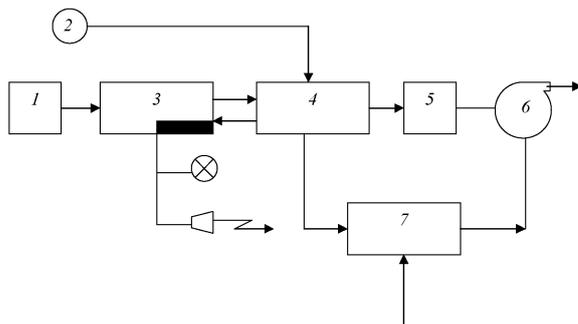


Рис. 7.4. Принципиальная схема системы подпора воздуха:
 1 – пожарный извещатель; 2 – этажная пусковая кнопка;
 3 – приемно-контрольный прибор; 4 – щит управления; 5 – электродвигатель;
 6 – вентилятор подпора воздуха; 7 – приемный клапан для подачи воздуха
 в шахту лифта, лестничную клетку или лифтовый холл

При срабатывании пожарного извещателя 1 сигнал тревоги фиксируется на приемно-контрольном приборе 3, с которого через щит управления 4 подается командный импульс на открывание приемных воздушных клапанов 7 и включение двигателя 5 приточного вентилятора 6. Чистый воздух, нагнетаемый в шахту лифта (лифтовой холл или лестничную клетку), создает требуемый подпор (избыточное давление) не менее 20 Па, благодаря чему исключается или уменьшается задымление этих помещений. Для ручного дистанционного включения системы подпора воздуха могут быть использованы этажные кнопки управления 2.

В качестве приточных вентиляторов для создания подпора воздуха в лифтовых шахтах, лестничных клетках и холлах используют серийно выпускаемые осевые и центробежные вентиляторы различных типов (рис. 7.5); применение того или иного типа вентилятора зависит от вида приточной системы (канальная или бесканальная), величин напора и подачи, при которых обеспечивается необходимое значение подпора.

Управление техническими системами

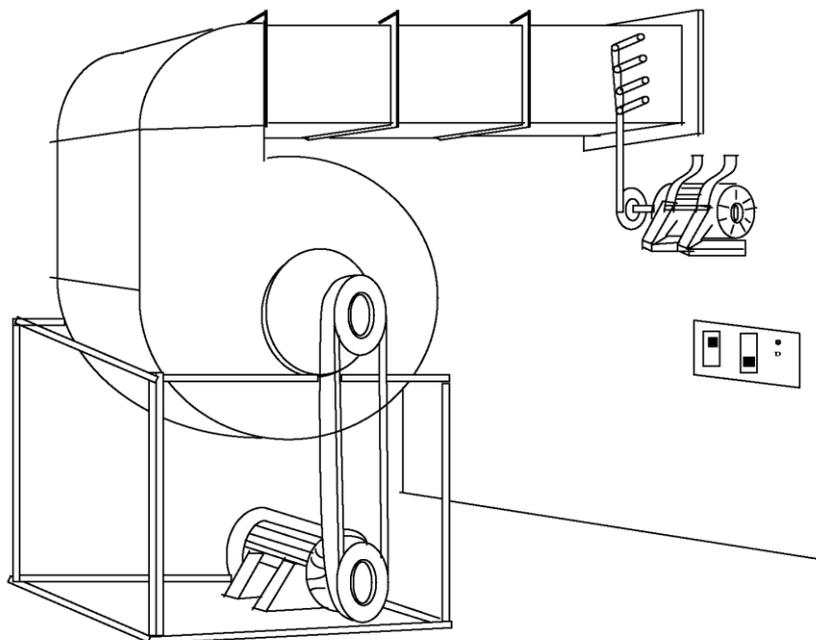


Рис. 7.5. Вентилятор системы подпора воздуха

Установку вентиляторов следует предусматривать в отдельных помещениях с пределом огнестойкости конструкции 0,75 ч. Допускается размещение вентиляторов на кровле или снаружи здания.

Воздушные клапаны могут быть прямоугольного и круглого сечения с заслонками поворотного, падающего и жалюзийного типов, приводимыми в действие с помощью исполнительных механизмов (электродвигателей) ПР-1М или МЭО-4/100. Унифицированный клапан круглого сечения типа Р также работает от этих приводов. Чаще всего применяются прямоугольные клапаны с заслонками падающего типа КДП (или поворачивающиеся вокруг вертикальной оси), удерживаемые с помощью электромагнитных защелок (например, МИС-6100 или ЭУ-6100).

Воздушные клапаны со стороны помещения должны иметь предел огнестойкости не менее 0,25 ч. Названные выше конструкции клапанов выполнены в металле и имеют предел огнестойкости 0,25 ч.

Воздуховоды должны быть выполнены из негорючих материалов с пределом огнестойкости 0,5 ч.

Система дымоудаления (СДУ) предназначена для естественного и принудительного отвода дыма из жилых помещений, коридоров, проходов и т. п. в целях обеспечения безопасных условий эвакуации людей при пожаре.

Управление техническими системами

Схема работы СДУ приведена на рис. 7.6.

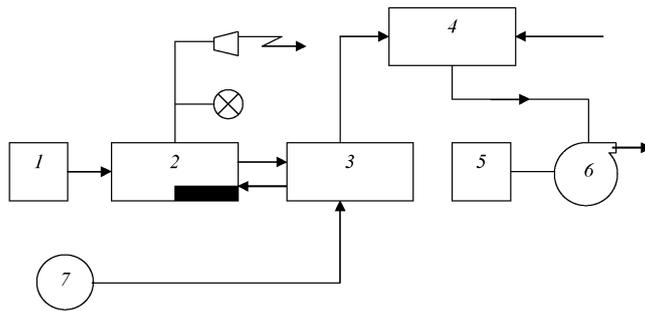


Рис. 7.6. Принципиальная схема системы дымоудаления:
 1 – пожарный извещатель; 2 – приемно-контрольный прибор;
 3 – этажный щит управления; 4 – дымовой клапан; 5 – электродвигатель;
 6 – вытяжной вентилятор для выброса дыма; 7 – этажная пусковая кнопка

При получении сигнала о возникновении пожара на путях эвакуации (в автоматическом режиме работы СДУ) фиксируются световой и звуковой сигналы тревоги на пульте диспетчера и через щит управления 3 подается командный импульс на включение электродвигателя вытяжного вентилятора и приводов для открывания клапанов (заслонок) на заборном и выхлопном патрубках и на приемных отверстиях каналов дымоудаления. Аналогично работает система при включении ее с пульта диспетчера (в автоматизированных системах после получения сигнала о пожаре) или с помощью этажных кнопок ручного пуска 7.

Учитывая, что удаляемые продукты горения и дым могут иметь высокую температуру (более 300-400 °С), вытяжные вентиляторы при многократном использовании должны быть выполнены из жаростойких материалов и иметь электродвигатель, вынесенный из потока. При однократном использовании можно применять вентиляторы обычного исполнения (в том числе и на одном валу с электродвигателем), поскольку они выдерживают температуру 500-600 °С в течение более 1 ч. Однако после использования в таких условиях вентилятор требует тщательной ревизии и проверки работоспособности. Клапаны дымоудаления (этажные, а также устанавливаемые на заборном и выхлопном патрубках вентилятора) могут иметь различную конструкцию и привод (рис. 7.7, а, б, в). В частности, в СДУ используют клапаны тех же типов, что и в системах подпора воздуха. Однако к ним предъявляют более высокие требования по огнестойкости (предел огнестойкости со стороны канала дымоудаления должен быть не менее 0,5 ч).

Выполнение этого требования означает необходимость применения специальной огнезащиты клапана с использованием вспучивающихся красок или негорючей теплоизоляции.

Управление техническими системами

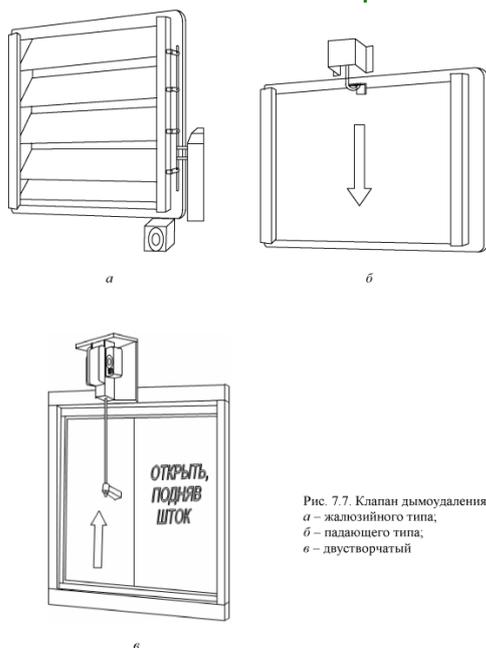


Рис. 7.7. Клапан дымоудаления:
 а – жалюзийного типа,
 б – падающего типа,
 в – двустворчатый

Применение поэтажных клапанов шторного типа (рис. 7.8) позволяет отказаться от конструктивных ограничений размеров шахты дымоудаления, так как при открытии клапана его заслонка не выходит за пределы корпуса. Клапаны этого типа обладают свойством самоуплотнения конструкции при ее нагревании, т. е. обеспечивают повышенную дымонепроницаемость в закрытом положении. Клапаны выпускаются в двух модификациях: КПШГ - горизонтальное и КПШВ - вертикальное исполнение. Конструктивно клапан состоит из штампованного корпуса и заслонки шторного типа, свободно складывающейся в нижней части корпуса при срабатывании электромагнита, установленного в его верхней части; для контроля положения заслонки применен конечный выключатель. Унифицированное исполнение конструкции позволяет осуществлять выпуск нескольких однотипных клапанов с различной площадью проходного сечения (от 0,25 м² и выше). Предел огнестойкости клапанов не менее 1 ч.

Воздуховоды и шахты дымоудаления должны быть выполнены из негорючих материалов с пределом огнестойкости 0,75 ч - при удалении дыма непосредственно из помещения; 0,5 ч - из коридоров или холлов.

Выброс дыма в атмосферу должен быть не менее 2 м от кровли, с зонтом - для систем с искусственным побуждением и с дефлектором - для систем с естественным побуждением.

В качестве системы пожаротушения в ЗПЭ применяются внутренний водопровод с пожарными кранами, в нишах которых устанавливают кнопки дистанционного включения насосов-повысителей (пожарных насосов) и открытия электроза-

Управление техническими системами

движки, обеспечивающей пропуск большого расхода воды на пожаротушение, минуя водомерный узел здания. В гостиницах высотой более 16 этажей, а также в зданиях с массовым пребыванием людей для защиты от воздействия ОФП используют водяные спринклерные и дренчерные установки пожаротушения.

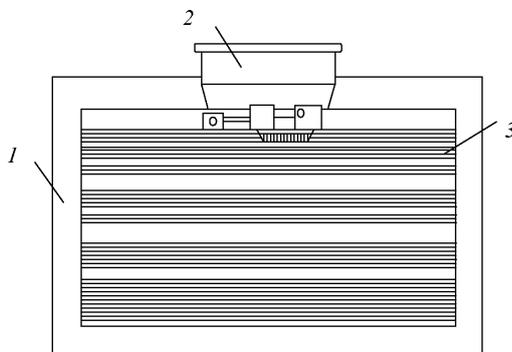


Рис. 7.8. Клапан поэтажный шторный:
1 – штампованный корпус;
2 – электромагнит; 3 – заслонка шторного типа

3. Системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей

Системы оповещения людей о пожаре и управления их эвакуацией (СОУЭ) применяются в основном в зданиях с массовым пребыванием людей, включая и ЗПЭ (гостиницы, спортивные сооружения, зрительные учреждения, универмаги, учебные и лечебные заведения и т. п.) [58-60].

Они предназначены для сообщения о пожаре находящимся в здании людям и управления их эвакуацией с помощью специальных световых и звуковых сигналов, а также речевых команд.

Система включает передающее оборудование (расположенное в радиоузле или в помещении дежурного персонала объекта), сеть радиовещания со специальными громкоговорителями (динамиками) и магнитофонами с заранее записанными текстами (допускается использование текстов, передаваемых специально подготовленным персоналом с помощью микрофона), а также световые указатели, включаемые в момент срабатывания системы оповещения. Тексты оповещения должны соответствовать разработанным для каждого этажа планам эвакуации.

Система оповещения и управления эвакуацией будет эффективной, если будет отвечать следующим требованиям.

- Быть принудительной (громкоговорители должны подключаться к сети без соединительных розеток, не иметь регуляторов громкости и отключающих устройств; целесообразно динамики монтировать в специальных нишах, закрытых декоративными решетками).

Управление техническими системами

- Обеспечивать оповещение всех людей в здании, в котором возник пожар. Громкоговорители (динамики) должны быть установлены как в надземных, так и в подземных этажах здания, в местах индивидуального (номера, палаты, служебные помещения) и массового пребывания людей (залы, коридоры, лифтовые холлы, гардеробные и др.). Количество и места расположения динамиков выбираются так, чтобы обеспечивалась хорошая слышимость передаваемого текста.
- Обеспечивать принудительный отзыв лифтов, не являющихся средствами эвакуации людей, в зону их безопасности при включении (автоматическом или ручном) любой из следующих систем: СОП, ПДЗ, АУП.
- Обеспечивать централизованное включение светильников системы аварийного освещения.

Обеспечивать централизованное (автоматическое и дистанционное) включение световых сигналов и световых указателей направления движения к эвакуационным выходам и зонам безопасности.

В крупных (многоэтажных, многосекционных) зданиях целесообразно предусматривать позонную систему оповещения и управления эвакуацией. При этом следует иметь в виду, что первыми должны оповещаться люди, находящиеся выше этажа пожара, последними - люди в нижерасположенных этажах. Особое внимание должно быть обращено на выбор и правильное использование технических устройств оповещения и управления эвакуацией людей на случай пожара в ночное время. С этой целью в гостиницах, больницах, санаториях и подобных зданиях следует предусматривать первоочередное включение звуковой сигнализации с целью разбудить людей. После этого подаются сигналы «Внимание» (по радио или включением световых табло) и передаются речевые сообщения.

Управление системой оповещения должно быть местным (из помещения радиоузла) и дистанционным (из помещения диспетчерской объекта или другого места с круглосуточным пребыванием дежурного персонала). В радиоузле должны находиться фонограммы с соответствующим текстом оповещения. Передача текста оповещения должна осуществляться непрерывно с интервалом 20-30 с. Голос, передающий текст оповещения, должен быть спокойным, размеренным, с четкой дикцией. Поэтому рекомендуется иметь заранее записанные на магнитофон тексты, так как передача его через микрофон даже при чтении с машинописного варианта не исключает сбоев из-за волнения диктора, что может отрицательно сказаться на поведении эвакуируемых. Предпочтительным является сопровождение

Управление техническими системами

текста сообщения включением световых указателей направления движения к эвакуационным выходам или зонам (островкам) безопасности. Для звуковой связи между радиоузлом и пожарным постом предусматривают прямую внутреннюю телефонную связь. В радиоузле должна быть предусмотрена и возможность передачи сообщения о пожаре с помощью микрофона (на случай отказа магнитофона). В случае необходимости связь по микрофону может быть использована и РТП для управления эвакуацией и боевыми действиями пожарных подразделений.

Эффективность СОУЭ обеспечивается выполнением ряда психофизиологических требований к световым сигналам, светоуказателям и акустическим устройствам.

Световые сигналы, т. е. условные знаки или символы, создаваемые специальными светосигнальными установками и устройствами, должны быть простыми и наглядными, выделяться среди других предметов и источников информации, иметь строго ограниченное смысловое значение и предназначаться для определенных лиц или групп людей в целях извещения их о пожаре, необходимости эвакуироваться и сообщения о направлении движения. Для уверенного различения световых сигналов необходимо применять красный цвет для сигнализации и оповещения; зеленый, синий и оранжевый цвета - для указателей движения в безопасном направлении. Наряду с этим должны предъявляться требования к форме и размерам сигнальных фигур, а также к расстоянию между ними. Расстояние между световыми указателями направления движения не должно превышать 15 м. Обычно запрещающие световые сигнальные знаки делают красного цвета и устанавливают в местах наиболее вероятного задымления и распространения огня. Они включаются при необходимости. Сигнальные огни должны излучать свет частотой 60 импульсов в мин⁻¹.

Указательную сигнализацию оформляют, как правило, в виде сигнальных огней или знаков желто-зеленого цвета, излучающих свет с частотой ритма 7-10 Гц. Указатели располагают на уровне глаз человека среднего роста или несколько ниже. Световая сигнализация рекомендуется к применению на объектах с повышенным уровнем шума (свыше 90 дБ).

Звуковые сигналы (звонки, сирены, ревуны) должны по интенсивности превышать не только обычный шум в помещениях, но и шумы, возникающие при пожарах. В зданиях с массовым пребыванием людей, особенно зального типа, для маскировки шумов и криков паникующих людей предусматривают особый режим звуковой сигнализации с интенсивностью звука 100-120 дБ, нарастающей в течение 1-

Управление техническими системами

2 с, чтобы исключить травмы от резкого нарастания звукового давления. Выбор типа СОУЭ производят по НПБ 104-03 [62].

В целях обеспечения надежного функционирования системы оповещения и управления эвакуацией людей питание ее электроэнергией должно обеспечиваться от двух независимых источников.

Система оповещения и управления эвакуацией должна предусматриваться в соответствии с требованиями НПБ 104-03 [62]:

- 4-го типа - для зданий высотой до 150 м;
- 5-го типа - для зданий высотой более 150 м.

СОУЭ должна выдавать звуковой и световой сигналы и указание о свободном пути эвакуации в каждую квартиру, офис, гостиничный номер (в квартиры и гостиничные номера в ночное время звуковой сигнал должен быть аналогичен сигналу будильника), обеспечивать двухстороннюю связь квартир, гостиничных номеров и офисов с постом-диспетчерской.

Алгоритм управления СОУЭ формируется на основе полученной информации о срабатывании пожарных извещателей с учетом расчетных сценариев развития пожара и процесса эвакуации людей (с учетом пожарных отсеков и зон, значений опасных факторов пожара, полученных от аналоговых пожарных извещателей, установленных на путях эвакуации).

Лекция

по теме 1.8.1. Надежность установок пожарной автоматики

ВОПРОСЫ

1. Эффективность систем пожарной автоматики.
2. Основные понятия теории надежности.
3. Оценка надежности систем пожарной автоматики на этапе проектирования.
4. Оценка показателей надежности на этапе эксплуатации АУП.
5. Методы обеспечения надежности установок пожарной автоматики и роль органов ГПН в обеспечении надежности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. –298 с. (с. 235-257).

1. Эффективность систем пожарной автоматики

Эффективность применения систем пожарной автоматики на объектах обусловлена сокращением материального ущерба от пожара или достижением требуемого уровня защиты людей при возникновении пожара. Эффективность рассматриваемых систем должна отвечать оптимальным (или наилучшим из возможных вариантов) соотношением таких основных свойств, как время обнаружения и тушения пожара, надежность и стоимость системы. Эти показатели связаны между собой. При изменении одного из них меняется и соотношение между другими, а значит, изменяется эффективность системы в целом. Задача состоит в том, чтобы найти такое соотношение между этими величинами для конкретного объекта, при котором общие потери от пожара $Ж_{общ}$ и стоимость системы (капитальные и эксплуатационные затраты) были бы минимальны [63].

Эффективность систем ПА можно оценивать по критерию средних потерь:

$$W_{общ} = W_{п} + W_{лс} + W_{к} + W_{э} \rightarrow \min, \quad (8.1)$$

где $W_{п}$ – средние потери от пожара; $W_{лс}$ – потери от ложных срабатываний; $W_{к}$ – капитальные затраты; $W_{э}$ – эксплуатационные затраты.

В общем случае необходимо, чтобы возможные годовые потери от пожара на данном объекте были существенно выше, чем стоимость системы. В этом случае за счет использования таких систем будут сохранены значительные материальные ценности. Средние потери от пожара можно определить по формуле

$$W_{п} = \{(Y_{п} - E_{п}) K_{г} + E_{п}\} S_{п}, \quad (8.2)$$

где $Y_{п}$, $E_{п}$ – ущерб от пожара при наличии ПА на объекте и ее отсутствии; $K_{г}$ – коэффициент готовности системы; $S_{п}$ – интенсивность потока пожаров на объекте.

Ущерб изменяется за счет снижения времени обнаружения и тушения пожара и соответственно затрат на пожаротушение. Ущерб от пожара определяется расчетным или статистическим способом с учетом косвенного ущерба. Потери от ложных срабатываний систем необходимо также учитывать, так как они влияют на общую эффективность.

$$W_{лс} = C_{лс} J_{п} \tau, \quad (8.3)$$

где $C_{лс}$ – стоимость одного ложного срабатывания; $J_{л}$ – поток ложных срабатываний; τ – время, за которое оценивается эффективность системы.

Рассмотренные показатели нужны, прежде всего, для определения, какой вариант ПА может быть применен для данного объекта защиты.

Показатели надежности являются ведущими при оценке эффективности в процессе длительной эксплуатации систем пожарной автоматики.

2. Основные понятия теории надежности

Проблема надежности относится к числу основных проблем, выдвинутых развитием техники. Эта проблема возникает повсюду, где необходимы высокая эффективность работы технических систем, гарантированные сроки службы, безотказное выполнение аппаратурой своих функций.

При анализе надежности очень важно пользоваться общей терминологией [64]. Особенно это относится к определению понятий «отказ» и «работоспособность». Каждый конкретный вид техники имеет свои критерии определения работоспособности и возникновения отказа.

Работоспособное состояние - состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Неисправное состояние - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

Повреждение - событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния. При неисправном состоянии объект еще может выполнять свое основное назначение, но это возможно при существенном снижении эффективности.

Предельное состояние - состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. На рис. 8.1 приведена схема состояний и событий, которая иллюстрирует основные термины.

Управление техническими системами

Данные понятия охватывают основные технические состояния объекта. Каждое из них характеризуется совокупностью значений параметров, описывающих состояние объекта, и качественных признаков, для которых не применяют количественных оценок. Номенклатуру этих параметров и признаков, а также пределы допустимых их изменений устанавливают в нормативно-технической и (или) конструкторской документации на объект.

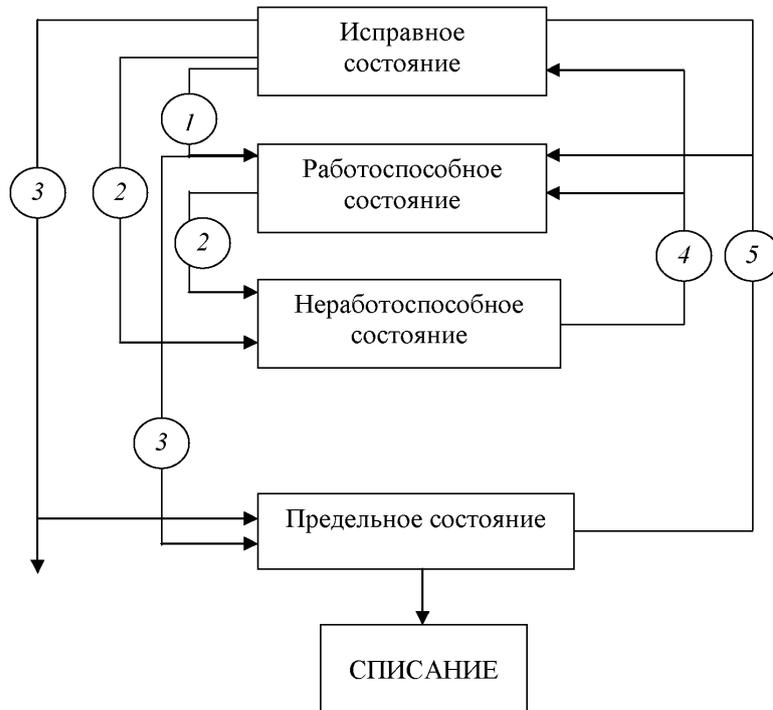


Рис. 8.1. Схема основных состояний и событий:
1–5 – процессы перехода из одного состояния в другое

Переход объекта из одного состояния в другое обычно происходит вследствие повреждения или отказа.

Работоспособный объект в отличие от исправного должен удовлетворять лишь тем требованиям нормативно-технической, конструкторской документации, выполнение которых обеспечивает нормальное применение объекта по назначению. Очевидно, что неисправный объект может быть работоспособным (например, не удовлетворять эстетическим или эргономическим требованиям в полной мере), если при этом его показатели назначения находятся в соответствии с требованиями технических условий или стандартов.

Переход объекта из исправного состояния в неисправное происходит вследствие дефектов. Если объект переходит в неисправное, но работоспособное состояние, то это событие называют повреждением; если объект переходит в неработоспособное состояние, то это событие называют отказом. В сложных объектах,

Управление техническими системами

например, сложных комплексных системах автоматической противопожарной защиты, возможно более подробное деление состояний объекта с выделением промежуточных состояний с пониженными уровнями качества функционирования, т. е. эффективности.

Переход объекта в предельное состояние влечет за собой временное или окончательное прекращение применения объекта по назначению, т. е. выводу из эксплуатации.

Объекты бывают ремонтируемые, для которых проведение ремонтов предусмотрено в нормативно-технической, конструкторской документации и неремонтируемые. Для неремонтируемых объектов имеет место предельное состояние, которое предполагает окончательное прекращение применения объекта по назначению (списание). Это обусловлено тем обстоятельством, что начиная с некоторого момента времени дальнейшее применение по назначению пока еще работоспособного объекта, согласно определенным критериям, оказывается недопустимым в связи с опасностью или вредностью этого использования.

Для ремонтируемых объектов требуется отправка объекта в капитальный или средний ремонт, т. е. временное прекращение применения объекта по назначению.

Возникновение отказов происходит в какой-либо момент времени, который является случайной величиной, т. е. заранее неизвестно, когда это событие произойдет. После возникновения отказа производится восстановление работоспособного состояния объекта или снятие его с эксплуатации. Причем начало восстановления зависит от способа и времени обнаружения отказа. Длительность (время) восстановления зависит от ряда свойств объекта (ремонтпригодности, конструкции) и от свойств системы технического обслуживания и ремонта. При налаженной эксплуатации процессы возникновения отказов и восстановления работоспособности объекта протекают в установившемся режиме. Изучением этих процессов занимается теория надежности с применением современных методов математического и физического моделирования.

Надежность - это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность является слож-

Управление техническими системами

ным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения состоит из сочетаний свойств: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность - свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость - свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Для оценки свойств надежности применяют специальные показатели, сочетание нескольких показателей позволяет достаточно полно количественно оценить надежность объектов в разных условиях функционирования. Выбор показателей надежности для конкретного объекта - достаточно сложная задача, которая решается с учетом технических, технологических, организационных и экономических аспектов его функционирования. Применяются показатели надежности единичные, т. е. количественно характеризующие только одно свойство надежности, и комплексные, характеризующие не менее двух свойств надежности.

К показателям безотказности относятся вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов, параметр потока отказов и некоторые другие [64].

Вероятность безотказной работы - вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает. В УПА наработка на отказ оценивается по времени эксплуатации, т. е. обязательно должен быть определен интервал времени от 0 до t_0 , за который производится количественная оценка.

Управление техническими системами

Вероятность безотказной работы $P(t_0)$ в интервале от 0 до t_0 определяется по формуле

$$P(t_0) = 1 - F(t_0), \quad (8.4)$$

где $F(t_0)$ – функция распределения наработки до отказа.

Для удобства преобразований в различных расчетах вводят понятие «вероятность отказа» – вероятность того, что объект откажет хотя бы один раз в течение заданного времени работы, будучи работоспособным в начальный момент времени. Вероятность отказа $Q(t_0)$ в интервале времени от 0 до t_0

$$Q(t_0) = F(t_0) = 1 - P(t_0). \quad (8.5)$$

Средняя наработка до отказа – это математическое ожидание наработки объекта до первого отказа t , оно определяется по формуле

$$t = \int_0^{\infty} [1 - F(t)] dt. \quad (8.6)$$

Средняя наработка на отказ означает наработку восстанавливаемого объекта, приходящуюся в среднем на один отказ, при определенной продолжительности эксплуатации. Этот термин применяется при оценке надежности объекта, который в процессе эксплуатации может неоднократно находиться в состоянии отказа.

Интенсивность отказов - условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник. Интенсивность отказов определяют по формуле

Управление техническими системами

$$\lambda(t) = \frac{1}{1 - F(t)} \frac{d}{dt} F(t) = - \frac{1}{P(t)} \frac{d}{dt} P(t). \quad (8.7)$$

Интенсивность отказов показывает вероятность возникновения отказа в единицу времени, является величиной изменяемой в процессе эксплуатации и одной из наиболее часто применяемых величин в расчетах надежности, через которую можно, зная вид функции распределения наработки до отказа $F(t)$, определить другие показатели безотказности.

Параметр потока отказов – это отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольно малую его наработку к значению этой наработки. Параметр потока отказов используют в качестве показателя безотказности восстанавливаемых объектов, эксплуатация которых описывается следующим образом (см. рис. 8.1): в начальный момент времени объект начинает работу и работает до отказа, после отказа происходит восстановление работоспособности, и объект вновь работает до отказа, при этом время восстановления не учитывается. Моменты отказов на оси времени образуют поток отказов, который характеризуется математическим ожиданием числа отказов за время t :

$$\Omega(t) = M[r(t)], \quad (8.8)$$

где $\Omega(t)$ – ведущая функция потока; M – символ математического ожидания; $r(t)$ – число отказов за время t .

Параметр потока отказов $\omega(t)$ характеризует среднее число отказов, ожидаемое в малом интервале времени Δt :

$$\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{M[r(t + \Delta t)] - M[r(t)]}{\Delta t}. \quad (8.9)$$

Параметр потока оценивает то же свойство отказов для восстанавливаемых объектов, что и интенсивность отказов для невозстанавливаемых.

К показателям долговечности относятся средний и назначенный ресурс, средний и назначенный срок службы, гамма-процентный ресурс и срок службы. В установках пожарной автоматики в качестве показателя долговечности применяется срок службы, поэтому рассмотрим эти термины.

Средний срок службы - это математическое ожидание срока службы, измеряемое в единицах времени.

Гамма-процентный срок службы - календарная продолжительность от начала эксплуатации объекта, в течение которой он не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью, выраженная в процентах.

Назначенный срок службы - календарная продолжительность эксплуатации объекта, при достижении которой применение по назначению должно быть прекращено. При достижении объектом назначенного срока службы в зависимости от назначения, особенностей эксплуатации, технического состояния и других факторов объект может быть списан, направлен в средний или капитальный ремонт, передан для применения не по назначению или может быть принято решение о продолжении эксплуатации.

Срок службы указывается в технической документации на отдельные устройства и элементы пожарной автоматики.

Управление техническими системами

К показателям ремонтпригодности относятся вероятность восстановления работоспособного состояния и среднее время восстановления работоспособного состояния.

Вероятность восстановления работоспособного состояния - это вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданного. Количественно эта вероятность представляет собой значение функции распределения времени восстановления $K_B(1)$ при $1_B = T_3$, где T_3 - заданное время восстановления.

Среднее время восстановления работоспособного состояния - это математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния. Время восстановления отсчитывают либо непрерывно, либо из него по определенным признакам исключают интервалы времени, не обусловленные непосредственно выполнением восстановительных работ. В связи с этим различают общее время восстановления работоспособности объекта и оперативное время восстановления работоспособности объекта.

Техническое обслуживание установок пожарной автоматики очень часто производится централизованно и в этом случае общее время восстановления складывается из целого ряда составляющих: времени обнаружения отказа, времени сообщения об отказе, времени приезда обслуживающего персонала и оперативного времени восстановления работоспособности установки.

Среднее время восстановления t_B определяют по формуле

$$t_B = \int_0^{\infty} [1 - F_B(t)] dt. \quad (8.10)$$

Иногда в математических моделях оценки надежности применяют понятие интенсивность восстановления. Эта величина обратная времени восстановления:

$$\mu = \frac{1}{t_B}. \quad (8.11)$$

К показателям сохраняемости относятся средний срок сохраняемости и гамма-процентный срок сохраняемости. Эти показатели аналогичны показателям безотказности и долговечности, только оценка их численного значения производится по статистическим данным об отказах объекта в процессе хранения.

Все перечисленные показатели являются единичными. Вместе с тем в процессе эксплуатации объекта возникает необходимость оценить и безотказность и

Управление техническими системами

ремонтопригодность. Для этого применяют комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности и др.

Коэффициент готовности - это вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается. Коэффициент готовности изменяется во времени, однако в некоторых условиях, когда процессы возникновения отказов и процессы восстановления работоспособности имеют стационарное значение, т. е. объект находится в стационарном режиме эксплуатации, его значение можно определять по формуле

$$K_2 = \frac{T_o}{T_o + t_b}, \quad (8.12)$$

где T_o – средняя наработка на отказ; t_b – среднее время восстановления.

Коэффициент оперативной готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного интервала времени. До этого момента объект может находиться в режиме дежурства при полных или облегченных нагрузках, но без выполнения заданных рабочих функций. Коэффициент оперативной готовности определяется по формуле

$$K_{ог}(t) = K_г(t) P(\Delta t), \quad (8.13)$$

где $K_г(t)$ – коэффициент готовности; $P(\Delta t)$ – вероятность безотказной работы за заданное время Δt ; Δt – время работы объекта для выполнения задачи.

Таким образом, надежность установок пожарной автоматики может быть оценена с применением нескольких показателей надежности, как единичных, так и комплексных.

Надежность установки пожарной автоматики в целом оценивается по комплексному показателю, а набор единичных показателей дополняет оценку для разработки различных мероприятий по повышению надежности.

В формулы для оценки различных показателей надежности входит такое понятие, как функция распределения наработки до отказа и функция распределения времени восстановления. Нарботка на отказ и время восстановления - величины случайные, т. е. они могут быть оценены только в терминах теории вероятности. Случайные величины характеризуются функцией распределения, по которой можно произвести оценку параметров этого распределения. В теории надежности

Управление техническими системами

используются различные распределения - экспоненциальное, Рэлея, нормальное, гамма-распределение, Вейбулла и др. Для оценки надежности проводится сбор статистических данных об отказах, затем методами математической статистики определяется вид распределения случайной величины, производится оценка средних ее значений.

По данным проведенных исследований наработка на отказ подавляющего большинства элементов пожарной автоматики (электронных устройств, реле, клапаны и др.) подчиняется экспоненциальному закону, т. е.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (8.14)$$

где

$$\lambda = \frac{1}{T_0}. \quad (8.15)$$

В дальнейшем при рассмотрении различных математических моделей оценки надежности распределение наработки на отказ будет приниматься экспоненциальным.

В этом случае вероятность безотказной работы будет равна

$$P(t) = e^{-\lambda t}. \quad (8.16)$$

Из приведенной формулы видно, что при экспоненциальном распределении наработки на отказ упрощается вычисление всех показателей надежности.

Одним из важнейших методов повышения надежности объекта являются методы резервирования. Цель резервирования – обеспечить отказоустойчивость объекта в целом, т. е. сохранить его работоспособность, когда возник отказ одного или нескольких элементов.

Резервирование - это применение дополнительных средств и возможностей, среди которых в пожарной автоматике различают структурные, информационные и функциональные.

По способу ввода резерва применяют резервирование замещением, динамическое, постоянное и смешанное резервирование.

Структурное резервирование, т. е. резервирование элементов или блоков в схеме, применяется достаточно широко. Например, резервируются насосы в УПА, блоки питания, причем резерв включается автоматически при получении сигнала об отказе основного элемента. В защищаемых помещениях размещают не менее двух пожарных извещателей, что является постоянным резервированием, каждый из извещателей является одновременно и основным, и резервным элементом.

Динамическое резервирование применяется в микропроцессорных системах пожарной сигнализации, когда при обрыве и коротком замыкании шлейфа автоматически происходит перестройка алгоритма работы системы и переключение некоторых ее элементов, что приводит к дальнейшему функционированию, но с некоторой потерей эффективности. Постоянное резервирование - без перестройки структуры объекта при возникновении отказа - применяется в схемных решениях систем

пожарной сигнализации, когда некоторые электронные элементы имеют постоянно включенный резерв.

Информационное резервирование в пожарной автоматике применяется в системах сигнализации: звуковой и световой сигналы о пожаре и повреждении, в микропроцессорных устройствах - резервирование информации на табло и на мониторе информационной системы и т. п.

Функциональное резервирование - резервирование, при котором разные элементы выполняют одну и ту же функцию. Например, резервирование системы насосов пневмобаком с расчетным количеством воды или пенообразователя. Кроме резервирования применяют эффективные средства повышения надежности: снижение номинальной нагрузки и работа в дежурном режиме без нагрузки.

3. Оценка надежности систем пожарной автоматики на этапе проектирования

Расчет показателей надежности установок пожарной автоматики должен быть составляющей процесса проектирования.

На первом этапе создания схемы УПА проектирования стремятся найти ее принципиальное решение, а затем выбирают элементы таким образом, чтобы обеспечить ее работоспособность. При этом необходимо выбрать элементы, обладающие не только устойчивостью параметров к воздействию окружающей среды, режимов, нагрузок и т. п., но и незначительной долей отказов в предлагаемом режиме эксплуатации. Необходимо знать надежность УПА при решении вопроса о выборе вида и типа пожарной автоматики для защиты того или иного объекта.

Разработаны различные методы количественной оценки надежности пожарной автоматики, которые можно разделить на несколько групп [64, 65]:

- 1) расчетные методы оценки надежности ПА по внезапным отказам;
- 2) моделирование процессов функционирования аппаратуры с целью оценки ее надежности;
- 3) испытания на надежность.

Если известна структура аппаратуры и функциональная связь между ее элементами, а также числовые характеристики надежности элементов, то расчетным способом можно определить числовые значения показателей надежности. Однако

Управление техническими системами

в основном их можно свести к двум разновидностям: расчет надежности по внезапным отказам и расчет надежности с учетом контроля (автоматического, циклического и ручного) работоспособности объекта.

Оценка надежности принципиальных решений УПА базируется на расчетном методе, в основе которого лежит априорная (предварительная) информация об элементах, которая, как правило, содержит:

- режим работы элемента (климатические и механические воздействия, электрическая нагрузка и другие воздействия);
- число элементов данного типа, находящихся в эксплуатации;
- плотность вероятности распределения времени работы элемента до отказа;
- наработку каждого элемента до полного отказа и число отказавших элементов за время эксплуатации;
- все сведения о функциональной схеме.

На практике априорная информация представлена в форме интенсивностей отказов $\lambda(t)$ элементов и графиков их зависимостей от температуры окружающей среды t °С, и коэффициента электрической нагрузки. Эта информация дается в технических справочниках.

В основу методики расчета УПА положены следующие отправные положения:

- расчет надежности ведется по внезапным отказам;
- все однотипные элементы, входящие в состав изделия, равнонадежны, т. е. интенсивность отказов элементов одного и того же типа независимо от места и времени их изготовления тождественна;
- отказы элементов, входящих в состав изделия, а значит, и отказы изделия являются событиями случайными, а время их безотказной работы - независимыми;
- распределение времени работы изделия (элемента) до отказа подчиняется экспоненциальному закону. Расчет надежности ведется в следующей последовательности:
 - составление структурно-логической схемы надежности с учетом анализа работы принципиальной схемы установки;
 - выбор нормируемых показателей надежности;
 - заполнение карт расчета интенсивности отказов;
 - определение числовых значений нормируемых показателей надежности;
 - формирование выводов.

Управление техническими системами

Структурно-логическая схема надежности (СЛСН) аппаратуры составляется на основании ее функциональной схемы и описания работы аппаратуры. Она представляет собой условную блок-схему из составных частей аппаратуры (блоков, элементов), соединенных последовательно или параллельно с учетом принятого условия отказа аппаратуры. Составные части, выход из строя одной из которых приводит к отказу аппаратуры, изображаются последовательно, а составные части, при отказе одной из которых аппаратура считается работоспособной, - параллельно. Соединение частей аппаратуры в структурно-логической схеме надежности может существенно отличаться от их схемного соединения. В зависимости от принятого условия отказа СЛСН одной и той же аппаратуры может оказаться различной. Выбор нормируемых показателей надежности ведется по математической модели эффективности или по значимости объекта и по режиму работы УПА (с восстановлением или без).

Заполнение карт расчета интенсивностей отказов элементов, входящих в аппаратуру, ведется с учетом степени нагруженности элементов и климатических условий их работы. Расчет показателей надежности ведется по формулам, которые будут рассмотрены ниже.

При расчете надежности необходимо выяснить законы распределения интенсивности отказов различных элементов и в соответствии с этим выбрать методику расчета. В ПА принимается экспоненциальный закон (для оценки распределения времени отказов в установившемся режиме функционирования УПА).

Достоинством расчетного метода является возможность применения его до изготовления аппаратуры. Он обладает относительной простотой и экономичностью. При необходимости можно воспользоваться ЭВМ. Возможен анализ разнообразных условий (схемные варианты, внешние и внутренние воздействия, способ обслуживания). При расчетах надежности предполагается некоторое статическое состояние системы элементов, а также учитываются фиксированные характеристики надежности этих элементов. В действительности имеет место сложный процесс взаимодействия различных параметров.

Рассмотрим выражения для оценки вероятности безотказной работы по структурной схеме УПА [64].

Система ПА разделена на три блока: АПС; прибор управления; устройство подачи огнетушащего вещества (возможна и более подробная разбивка на блоки и элементы). Вероятность безотказной работы каждого блока будет соответственно равна P_1 , P_2 , P_3 .

Управление техническими системами

Вероятность безотказной работы системы P_c , состоящей из последовательно соединенных (с точки зрения надежности) блоков, равна произведению вероятностей безотказной работы отдельных блоков P_i .

$$P_c = \prod_{i=1}^n P_i = \exp\left[-\sum_{i=1}^n \omega_i t\right] = \exp\left[-\sum_{i=1}^n \lambda_i t\right]. \quad (8.17)$$

Если элементы соединены параллельно, то вероятность безотказной работы определяется через вероятности отказов Q_c следующим образом:

$$P_c = 1 - Q_c = 1 - \prod_{i=1}^n q_i = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i), \quad (8.18)$$

где Q_c – вероятность отказа системы; q_i – вероятности отказа блоков ($P = 1 - Q$ или $q = 1 - P$, по правилу полной вероятности событий $P + q = 1$); λ и ω – интенсивность отказов элементов и параметр потока отказов элементов, входящих в блок. Эти показатели получают либо по испытаниям, либо по результатам эксплуатации. Для оценки надежности установок пожарной автоматики применяются следующие показатели: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности и вероятность безотказной работы. Дополнительными показателями могут быть любые другие в зависимости от особенностей применения УПА.

Анализ работоспособности существующей пожарной автоматики, проведения научно-исследовательских работ по разработке способов и выбору технических средств контроля ее работоспособности показал [67-69], что эффективный контроль работоспособности ПА можно осуществить с помощью подсистем автоматического контроля.

Обеспечение высокой надежности функционирования установок пожарной автоматики достигается четко организованным техническим обслуживанием, основу которого составляют приборы и устройства, позволяющие оценить правильность функционирования установки и соответствие основным параметрам. Поэтому в соответствии с уровнем контроля применяемых систем сигнализации используют различные формулы для оценки показателей надежности.

Для элементов и узлов ПА, имеющих цепи непрерывного или периодического контроля их работоспособности, в качестве показателя надежности определяют коэффициент готовности.

Если контроль исправного состояния установки осуществляется цепью контроля непрерывно, то для нахождения коэффициента готовности необходимо представить ее как сложное техническое устройство с тремя возможными состояниями:

Управление техническими системами

E_1 - состояние готовности к работе, когда обе цепи (основная и контролирующая) исправны; E_2 и E_3 - состояние восстановления, когда основная или контролирующая цепи восстанавливаются (рис. 8.2).

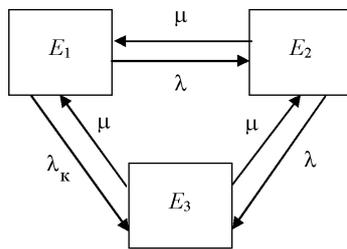


Рис. 8.2. Состояния работоспособности основной и контролирующих цепей:
 E_1 – работоспособная основная и контролирующая цепи; E_2 – неработоспособная основная цепь; E_3 – неработоспособная контролирующая цепь

Решив дифференциальные уравнения А. Н. Колмогорова, описывающие эти три состояния, решая их, можно показать вероятность нахождения установки в готовности при достаточно длительном протекании процесса эксплуатации:

$$K_{гн} = \frac{2\mu\lambda_k + \mu\lambda}{2\mu\lambda_k + \mu\lambda + \mu^2 + (\mu + \lambda)^2 + \lambda\lambda_k} = \frac{2\lambda_k + \lambda}{2\lambda_k + \lambda + 2\mu + 2\mu\lambda}. \quad (8.19)$$

Формула дает точное значение показателя $K_{гн}$, когда параметр потока отказов цепи контроля соизмерим с параметрами потока отказов основной цепи. Данное условие соблюдается в системах ПА.

Системы ПА имеют ряд цепей, которые охвачены периодическим контролем, т. е. их работоспособность устанавливается в момент проведения контроля. При обнаружении отказа в период контроля он устраняется с интенсивностью p . Интенсивность отказа основной цепи соответствует реальным режимам ($X \sim 10^{-4}$ 1/ч; $p \sim 10^{-1}$ 1/ч).

Работоспособность цепей ПА с периодическим контролем определим через коэффициент простоя, т. е. долю времени, в течение которого система сигнализации находится в неработоспособном состоянии в установившемся процессе эксплуатации. Коэффициент простоя K_p должен учитывать время ожидания начала восстановления вышедшего из строя объекта контроля и времени восстановления объекта контроля.

Управление техническими системами

Формула для определения K_{II} имеет вид:

$$K_{II} = \pi_0 \left\{ 1 + \frac{(1 - \pi_0)\lambda}{\pi_0} \left[\frac{(T_k - \tau_k)^2}{2T_k} + \frac{\pi_k}{\alpha} \right] \right\}, \quad (8.20)$$

где λ – интенсивность отказов объекта контроля, 1/ч;

τ_k – продолжительность контроля, ч;

T_k – период контроля, ч;

α – характеристика показателей надежности,

$$\alpha = \lambda + \lambda_k + \mu; \quad (8.21)$$

π_k – стационарный коэффициент простоя системы контроля,

$$\pi_k = \frac{\lambda_k}{\lambda_k + \mu}, \quad (8.22)$$

где λ_k – интенсивность отказов системы контроля, 1/ч;

μ – интенсивность отказов и восстановления объекта контроля и системы контроля, 1/ч;

π_0 – коэффициент простоя системы с идеальной СК (абсолютно надежный и непрерывный контроль работоспособности),

$$\pi_0 = \frac{\lambda}{?}. \quad (8.23)$$

Анализ формулы (8.22) показывает, что для увеличения надежности установки в целом целесообразно увеличивать надежность объекта контроля за счет уменьшения λ_k , надежность системы контроля – за счет уменьшения μ .

Коэффициент готовности узлов с периодическим контролем работоспособности, исходя из определения K_{II} , вычисляется по формуле

$$K_I = 1 - K_{II}. \quad (8.24)$$

При отсутствии системы контроля работоспособности УПА проверки установок производятся через значительные интервалы времени (сотни, тысячи часов). При отказе установки в период между проверками обнаружить неработоспособное состояние установки можно лишь при очередной проверке или при возникновении пожара.

Анализ принципиальных схем УПА показывает, что ряд элементов, узлов и цепей не имеют контроля. Их отказ может быть выявлен только при очередной проверке на функционирование.

В качестве показателя надежности можно использовать вероятность безотказной работы в течение интервала между соседними проверками. Эту величину сравнительно просто оценить по эксплуатационным данным. Принимая во внимание простейший характер потока отказов, вероятность

безотказной работы неконтролируемых элементов можно определить по формуле

$$P(\tau) = \exp \left[- \sum_{i=1}^n \lambda_i \tau \right], \quad (8.25)$$

где λ_i – интенсивность отказов, численно равная параметру потока отказов.

Другие методы оценки надежности применяются в основном разработчиками аппаратуры.

Управление техническими системами

Метод моделирования требует использования вычислительной техники. Он позволяет оценить влияние различных отказов (непрофилактируемых и т. п.) на эффективность установки ПА.

Постепенные отказы характерны для некоторых блоков, в частности, пожарных извещателей. Эти отказы вызваны изменением чувствительности извещателей в процессе эксплуатации и, как следствие, снижением вероятности своевременного обнаружения пожара. Оценка надежности в этом случае производится либо качественно - работоспособен или неработоспособен извещатель, либо используются методы статистического исследования извещателей для получения цифровых значений на объектах. На практике периодически проводится проверка работоспособности извещателей с помощью контрольных приборов, вызывающих их срабатывание. Профилактика постепенных отказов проводится путем регулировки электрических и настроечных параметров. В микропроцессорных системах ПС анализ чувствительности производится автоматически.

4. Оценка показателей надежности на этапе эксплуатации АУП

В процессе эксплуатации в установках пожарной автоматики могут возникать отказы. После обнаружения производятся работы по восстановлению работоспособности. Кроме того, часть отказов, так называемых скрытых, обнаруживается в процессе производства технического обслуживания. По статистическому анализу эксплуатационных данных об отказах установок получают показатели надежности, которые используются для разработки мероприятий по поддержанию надежности на заданном уровне, по планированию технического обслуживания [66].

При сборе информации об отказах следует, прежде всего, обратить внимание на соблюдение определенных условий эксплуатации АУП в целях достоверного определения количественных показателей надежности. Условия эксплуатации АУП должны соответствовать по всем параметрам паспортным данным на отдельные элементы. Превышение значений параметров может привести к увеличенному числу отказов из-за увеличения нагрузки на элемент. Такие АУП должны быть проанализированы на отказоустойчивость отдельно и должны быть разработаны мероприятия либо по приведению условий эксплуатации к норме, либо по компенсации возможных отказов АУП.

Управление техническими системами

Все отказы должны быть зафиксированы в специальном журнале с указанием точного времени их возникновения. Пользоваться устными данными об отказах нельзя.

Общая схема обработки статистических данных об отказах для оценки показателей надежности следующая:

- выбор предположения о виде распределения наработки или времени восстановления;
- анализ однородности статистического материала, оценка параметров распределения;
- проверка согласия эмпирического распределения с заданным теоретическим распределением;
- оценка показателей надежности.

При выборе предположения о виде распределения наработки можно пользоваться литературой по математической статистике [70]. В основном при оценке показателей надежности применяются нормальное распределение, экспоненциальное и гамма-распределение, распределение Вейбулла.

Наиболее распространено экспоненциальное распределение. Экспоненциальное распределение является распределением времени между событиями (отказами), появляющимися с постоянной готовностью. В теории надежности оно применяется для описания наработки сложных систем, прошедших период приработки.

Основные формулы экспоненциального распределения:

– для плотности

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0, \\ \lambda > 0; \end{cases} \quad (8.26)$$

- для функции распределения

$$f(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x}, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0; \end{cases} \quad (8.27)$$

- для математического ожидания и дисперсии

$$M_x = \frac{1}{\lambda}, \quad D_x = \frac{1}{\lambda^2}. \quad (8.28)$$

После обработки исходные данные о надежности АУП часто представлены в виде выборок сравнительно небольшого объема, полученных в разное время при меняющихся условиях эксплуатации или относящихся к различным изделиям одного наименования. Анализ однородности исходного статистического материала проводится в целях установления возможности объединить различные выборки в одну общую (генеральную) выборку для дальнейшей обработки. Выборки считаются однородными, если функции распределения генеральных совокупностей, из которых они извлечены, совпадают по всей области их определения.

Перед анализом однородности на основе соображений технического характера и с помощью статистических методов целесообразно провести отсев единичных, резко выделяющихся наблюдений в выборке. Следует исключить из дальнейшей обработки наблюдения, для которых имело место явное нарушение нормальных условий эксплуатации. Методы анализа однородности описаны в литературе и используют критерии Фришера, Стьюдента и др. В некоторых случаях удобно производить проверку с помощью вероятностных сеток (бумаг).

Оценки параметров распределения по выборочным значениям наработок или времени восстановления производятся с учетом уровня доверительной вероятности. Например, при экспоненциальном распределении точечную оценку X параметра вычисляют по формуле

$$\lambda = \sum_{i=1}^{n-1} x_i, \quad (8.29)$$

где x_i – i -е значения наработок; n – значение объема выборки.

Доверительные границы для параметра λ , т. е. допустимые по точности оценки точечного параметра с доверительной вероятностью, вычисляют по формулам:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{2n} X_{1-\beta/2n}^2; \quad (8.30)$$

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{2n} X_{\beta/2n}^2, \quad (8.31)$$

где λ_n и λ_n – соответственно нижняя и верхняя односторонние доверительные границы для параметра λ ; $X_{\beta/2n}^2$ – квантиль распределения с r степенями свободы (распределение определяется по статистическим таблицам).

При проведении статистической обработки данных об отказах АУП устанавливается согласие эмпирического и теоретического распределения с помощью критериев λ^2 и ω^2 [70]. После установления вида распределения

Управление техническими системами

наработки на отказ и времени восстановления, их определения по соответствующим формулам, а также их верхних и нижних границ, можно определить точечные и интервальные оценки показателей надежности. Приведем формулы для экспоненциального распределения.

Если построена плотность распределения наработки, то точечная оценка интенсивности отказов (для невосстанавливаемых элементов) $\lambda(t)$ производится по формуле

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}. \tag{8.32}$$

При экспоненциальном распределении

$$\lambda(t) = \lambda, \tag{8.33}$$

где λ – параметр экспоненциального распределения. Если распределение наработки на отказ неизвестно, то точечную оценку для интенсивности отказов вычисляют следующим образом. Строят вариационный ряд значений наработки на отказ x_1, x_2, \dots, x_n .

Выбирают число интервалов l , на которые разбивают разность $x_n - x_1$. Величину интервала Δx определяют по формуле

$$\Delta x = \frac{x_n - x_1}{l}. \tag{8.34}$$

Интенсивность отказов определяют по формуле

$$\lambda(t) = \begin{cases} \frac{n_k}{\left(n - \sum_{i=1}^{k-1} n_i\right) \Delta x}, & (k-1)\Delta x \leq t < k\Delta x; \\ 0, & t < x_1. \end{cases} \tag{8.35}$$

Оценки для интенсивности потока отказов и потока восстановлений определяют аналогично:

$$\omega(t) = \begin{cases} \frac{n_k}{\Delta x} (k-1), & x \leq t < k\Delta x; \\ 0, & t < x_1. \end{cases} \tag{8.36}$$

Управление техническими системами

Среднюю наработку на отказ, среднюю наработку между отказами, среднее время восстановления вычисляют по формуле

$$T_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (8.37)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – значения соответствующей случайной величины, полученной в результате эксплуатации.

Оценку стационарного коэффициента готовности вычисляют по формуле

$$K_{\Gamma} = \frac{T_o}{T_o + t_{\text{в}}}, \quad (8.38)$$

где T_o – точечная оценка среднего времени между отказами; $t_{\text{в}}$ – точечная оценка среднего времени восстановления.

Оценку вероятности безотказной работы для экспоненциального распределения определяют (при известном значении λ) по формуле

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (8.39)$$

где λ – интенсивность отказов или потока отказов; t – время определения вероятности безотказной работы.

Таким образом, в процессе эксплуатации достаточно собрать статистические данные о времени между отказами и времени восстановления работоспособного состояния, чтобы получить полную количественную информацию о различных показателях надежности, подвергая полученные выборки статистической обработке.

В дальнейшем полученные результаты могут быть использованы при расчетах надежности на этапе проектирования и при составлении технических требований при разработке новых видов технических средств пожарной автоматики.

5. Методы обеспечения надежности установок пожарной автоматики и роль органов ГПН в обеспечении надежности

Содержание методов обеспечения надежности АУП на различных стадиях сводится к следующему.

Стадия разработки стандартов на ТСПА. Закладываются нормируемые параметры эффективности (производительность, инерционность) и соответствующие показатели надежности. Для этого используют зарубежный опыт, ГОСТы, требования заказчиков (потребителей) к надежности разрабатываемого изделия АУП, результаты НИР.

Стадия разработки (конструирования) ТСПА включает схемные и конструктивные методы и метод планирования эксплуатационных мероприятий. Схемные методы обеспечивают повышение надежности за счет упрощения схем, создания схем с автоматическим контролем работоспособности, резервирования наиболее ответственных частей. Конструктивные методы позволяют разрабатывать надеж-

Управление техническими системами

ные детали и элементы в целом; правильно подбирать рабочие параметры элементов; использовать унифицированные части (детали); учитывать требования по удобству обслуживания и ремонта элементов.

Планирование эксплуатационных мероприятий на стадии разработки АУП состоит в разработке оптимальной системы технического обслуживания и ремонта, включающей плановое техническое обслуживание, текущий, средний и капитальный ремонт, обучение обслуживающего персонала и обеспечение материалами и ЗИП.

На стадии производства ТСПА осуществляют следующие мероприятия: входной контроль качества сырья и комплектующих изделий; совершенствование технологии производства; автоматизацию технологических процессов изготовления деталей, сборки элементов и блоков; выходной контроль качества изделий службой технического контроля в соответствии с требованиями, содержащимися в технических условиях; статистическое регулирование качества продукции путем аperiodических заводских испытаний; «тренировку» (обкатку) элементов и блоков на заводских стендах до устранения приработочных отказов.

На стадии разработки технического задания на проектирование АУП для объекта производится учет нормированных или требуемых заказчиком показателей надежности, выбор и обоснование показателей надежности, разрабатывается программа обеспечения надежности.

На стадии проектирования АУП объекта важным для обеспечения эффективности и надежности являются следующие мероприятия: правильный выбор вида АУП, типа установки внутри данного вида; учет условий эксплуатации; выбор надежных элементов и блоков; резервирование пусковых систем и огнетушащих средств; обоснованный расчет установки; соблюдение требований СНиП «Пожарная автоматика зданий и сооружений» по информационным показателям и резервированию.

Наиболее ответственными являются этапы разработки ТЗ и проектирования, поскольку именно здесь закладывается определенный уровень надежности отдельных средств и установки в целом. Поэтому органы ГПН периодически осуществляют экспертизу проектов проектных организаций с позиции соответствия установок требуемой эффективности и надежности.

На стадии монтажа АУП реализация запроектированных показателей эффективности и надежности достигается следующими методами: осуществлением вход-

Управление техническими системами

ного контроля оборудования; авторским надзором за монтажом; строгим выполнением проектных решений; качественным выполнением сборочных, сварочных, крепежных и окрасочных работ; наладкой и испытанием установки.

На стадии эксплуатации АУП оценивается ее надежность, что позволяет разрабатывать и корректировать правила эксплуатации; разрабатывать рекомендации по совершенствованию конструирования, изготовления, проектирования и монтажа АУП, а также системы технического обслуживания.

Важнейшим условием поддержания запроектированного уровня надежности АУП является квалификация персонала, осуществляющего эксплуатацию установок, а также выполнение требуемого технического обслуживания АУП.

Таблица 6.3

Параметр негерметичности $\delta, \text{м}^3$	Относительная интенсивность подачи воздуха в помещение $U^*, \text{с}^{-1}$, при параметре распределения негерметичности по высоте защищаемого помещения $\psi, \%$											
	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0.000	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050	0.0050
0.001	0.0056	0.0061	0.0073	0.0098	0.0123	0.0149	0.0173	0.0177	0.0177	0.0148	0.0114	0.0091
0.002	0.0063	0.0073	0.0096	0.0146	0.0195	0.0244	0.0291	0.0299	0.0299	0.0244	0.0176	0.0132
0.003	0.0069	0.0084	0.0119	0.0193	0.0265	0.0337	0.0406	0.0416	0.0416	0.0336	0.0237	0.0172
0.004	0.0076	0.0095	0.0142	0.0240	0.0334	0.0428	0.0516	0.0530	0.0530	0.0426	0.0297	0.0211
0.005	0.0082	0.0106	0.0164	0.0286	0.0402	0.0516	0.0623	0.0639	0.0639	0.0513	0.0355	0.0250
0.006	0.0089	0.0117	0.0187	0.0331	0.0468	0.0602	0.0726	0.0745	0.0745	0.0597	0.0413	0.0288
0.007	0.0095	0.0128	0.0209	0.0376	0.0532	0.0685	0.0826	0.0847	0.0847	0.0679	0.0469	0.0326
0.008	0.0101	0.0139	0.0231	0.0420	0.0596	0.0767	0.0923	0.0946	0.0946	0.0759	0.0523	0.0362
0.009	0.0108	0.0150	0.0254	0.0463	0.0658	0.0846	0.1016	0.1042	0.1042	0.0837	0.0577	0.0399
0.010	0.0114	0.0161	0.0275	0.0506	0.0719	0.0923	0.1107	0.1135	0.1135	0.0912	0.0630	0.0434
0.011	0.0120	0.0172	0.0297	0.0549	0.0779	0.0999	0.1195	0.1224	0.1224	0.0985	0.0681	0.0470
0.012	0.0127	0.0183	0.0319	0.0591	0.0838	0.1072	0.1281	0.1311	0.1311	0.1057	0.0732	0.0504
0.013	0.0133	0.0194	0.0340	0.0632	0.0896	0.1144	0.1363	0.1396	0.1396	0.1126	0.0781	0.0538
0.014	0.0139	0.0205	0.0362	0.0673	0.0952	0.1214	0.1444	0.1477	0.1477	0.1194	0.0830	0.0572
0.015	0.0146	0.0216	0.0383	0.0713	0.1008	0.1282	0.1522	0.1557	0.1557	0.1260	0.0878	0.0605
0.016	0.0152	0.0227	0.0404	0.0753	0.1062	0.1349	0.1598	0.1634	0.1634	0.1324	0.0924	0.0638
0.017	0.0158	0.0237	0.0425	0.0792	0.1116	0.1414	0.1672	0.1709	0.1709	0.1386	0.0970	0.0670
0.018	0.0165	0.0248	0.0446	0.0831	0.1169	0.1477	0.1744	0.1781	0.1781	0.1448	0.1015	0.0702
0.019	0.0171	0.0259	0.0467	0.0870	0.1220	0.1540	0.1814	0.1852	0.1852	0.1507	0.1059	0.0733
0.020	0.0177	0.0269	0.0487	0.0908	0.1271	0.1600	0.1882	0.1921	0.1921	0.1565	0.1103	0.0764
0.021	0.0183	0.0280	0.0508	0.0945	0.1321	0.1660	0.1948	0.1988	0.1988	0.1622	0.1145	0.0794
0.022	0.0190	0.0291	0.0528	0.0982	0.1370	0.1718	0.2012	0.2053	0.2053	0.1677	0.1187	0.0824
0.023	0.0196	0.0301	0.0549	0.1019	0.1418	0.1775	0.2075	0.2116	0.2116	0.1731	0.1228	0.0854
0.024	0.0202	0.0312	0.0569	0.1055	0.1465	0.1830	0.2136	0.2178	0.2178	0.1784	0.1268	0.0883
0.025	0.0208	0.0322	0.0589	0.1091	0.1512	0.1885	0.2196	0.2238	0.2238	0.1836	0.1308	0.0911
0.026	0.0214	0.0333	0.0609	0.1126	0.1558	0.1938	0.2254	0.2297	0.2297	0.1886	0.1347	0.0940
0.027	0.0221	0.0343	0.0629	0.1161	0.1603	0.1990	0.2311	0.2354	0.2354	0.1935	0.1385	0.0968
0.028	0.0227	0.0354	0.0648	0.1195	0.1647	0.2041	0.2366	0.2410	0.2410	0.1984	0.1423	0.0995
0.029	0.0233	0.0364	0.0668	0.1229	0.1691	0.2092	0.2420	0.2464	0.2464	0.2031	0.1459	0.1022
0.030	0.0239	0.0375	0.0687	0.1263	0.1734	0.2141	0.2473	0.2517	0.2517	0.2077	0.1496	0.1049
0.031	0.0245	0.0385	0.0707	0.1296	0.1776	0.2189	0.2525	0.2569	0.2569	0.2122	0.1531	0.1075
0.032	0.0251	0.0395	0.0726	0.1329	0.1817	0.2236	0.2575	0.2619	0.2619	0.2166	0.1567	0.1102
0.033	0.0258	0.0406	0.0745	0.1362	0.1858	0.2282	0.2625	0.2669	0.2669	0.2210	0.1601	0.1127
0.034	0.0264	0.0416	0.0764	0.1394	0.1898	0.2327	0.2673	0.2717	0.2717	0.2252	0.1635	0.1153
0.035	0.0270	0.0426	0.0783	0.1426	0.1938	0.2372	0.2720	0.2764	0.2764	0.2294	0.1668	0.1178
0.036	0.0276	0.0436	0.0802	0.1458	0.1977	0.2415	0.2766	0.2810	0.2810	0.2334	0.1701	0.1203
0.037	0.0282	0.0446	0.0820	0.1489	0.2015	0.2458	0.2811	0.2855	0.2855	0.2374	0.1734	0.1227
0.038	0.0288	0.0457	0.0839	0.1520	0.2053	0.2500	0.2855	0.2899	0.2899	0.2413	0.1766	0.1251
0.039	0.0294	0.0467	0.0857	0.1550	0.2090	0.2541	0.2898	0.2943	0.2943	0.2451	0.1797	0.1275
0.040	0.0300	0.0477	0.0876	0.1580	0.2127	0.2582	0.2940	0.2985	0.2985	0.2489	0.1828	0.1298

Методика расчета избыточного давления при подаче огнетушащего аэрозоля в помещение

1. Расчет величины избыточного давления P_m , кПа, при подаче огнетушащего аэрозоля в герметичное помещение $\delta = 0$ определяется по формуле

$$P_m = \frac{0,0265QM_{\text{АОС}}}{S\tau_{\text{АУАП}}} \left[1 - \exp\left(-0,0114 \frac{S\tau_{\text{АУАП}}}{V}\right) \right], \quad (6.8)$$

где Q – удельное тепловыделение при работе генераторов (количество теплоты, выделяемое при работе генераторов в защищаемое помещение, отнесенное к единице массы АОС, указывается в технической документации на генератор), Дж · кг⁻¹; S – суммарная площадь ограждающих конструкций защищаемого помещения (сумма площадей поверхности стен, пола и потолка защищаемого помещения), м².

2. Избыточное давление в негерметичных помещениях определяется по формуле

$$P_m = k A^n, \quad (6.9)$$

где A – безразмерный параметр, описываемый выражением

$$A = 1,13 \cdot 10^{-8} \left(1 - 4,4 \cdot 10^{-3} \frac{S\tau_{\text{АУАП}}}{V} \right) \frac{QI}{\delta}; \quad (6.10)$$

где k, n – коэффициенты, составляющие:

при $0,01 \leq A \leq 1,2$ $k = 20$ кПа, $n = 1,7$;

при $A > 1,2$ $k = 32$ кПа, $n = 0,2$.

Если параметр $A < 0,01$, расчет давления не проводится и считается, что установка удовлетворяет условию $P_m < P_{\text{пред}}$.

Значения величин $M_{\text{АОС}}$, $\tau_{\text{АУАП}}$, I , V , δ определяются в соответствии с предыдущим расчётом.

Лекция

по теме 1.9.1. Основы проектирования и эксплуатации установок пожарной автоматики

ВОПРОСЫ

1. Стадии проектирования. Проектные организации. Документы, регламентирующие проектирование.
2. Основные принципы анализа проектных решений систем пожарной автоматики.

Управление техническими системами

3. Структура и организация эксплуатации. Проверка работоспособности и комплексные испытания АУП.
4. Методика расчета численности обслуживающего персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуров В.П., Бабуринов В.В., Фомин В.И., Смирнов В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. –298 с. (с. 267-292).

1. Стадии проектирования. Проектные организации.

Документы, регламентирующие проектирование

Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации на установки АППЗ рекомендуется СНиП 11-01-95 [75].

Для вновь строящихся и реконструируемых объектов вопросы проектирования систем АППЗ решаются генпроектной организацией в установленном порядке.

Для существующих объектов, после того как хозорган совместно с органом ГПН (последний выписывает предписание) на основании действующих норм и правил, перечней и других документов определили необходимость защиты объекта системами АППЗ, хозорган решает вопрос проектирования этих систем.

Проектно-изыскательские работы выполняются на основании договоров, заключенных заказчиком с проектной организацией.

Для проведения проектно-изыскательских работ обязательным исходным документом является задание на проектирование, которое составляется заказчиком с привлечением проектной организации.

Задание на проектирование АУП включает в себя следующие разделы:

- наименование и назначение АУП;
- проектная организация - генеральный проектировщик или организация-заказчик;
- основание для проектирования;
- сроки начала и окончания строительства;
- особые условия строительства (климатические);
- характеристика защищаемого объекта (площадь, объем, перечень защищаемых помещений и характеристика пожароопасных веществ и материалов и т. п.);

Управление техническими системами

- технические требования к проектируемой установке (место выдачи сигнала о пожаре, электроснабжение, способ прокладки кабелей и трубопроводов, источники водоснабжения, численность обслуживающего персонала, техника безопасности);
- технико-экономические показатели и качественные характеристики (площадь (объем) защищаемых помещений, расход основных строительных материалов и т. п.);
- базовые качественные характеристики (технологичность монтажа, соответствие функциональному назначению объекта и т. п.);
- исходные данные для проектирования (оформляются в виде таблиц, где указывается перечень и характеристики пожарной опасности защищаемых помещений, характеристики пожароопасных материалов и требования к установке пожарной автоматики).

Проектно-сметная документация может быть выполнена в одну стадию - рабочий проект или в две стадии - проект и рабочая документация, что определяется в ТЭО.

Как правило, проектирование АУП производится в одну стадию, за исключением сложных и уникальных объектов.

Рабочий проект должен состоять из следующих разделов:

- общей пояснительной записки;
- чертежей;
- сметной документации;
- спецификации оборудования;
- кабельного журнала.

Общая пояснительная записка и спецификация оборудования должны быть подписаны директором (главным инженером) проектной организации и главным инженером проекта, а чертежи еще и начальником отдела, специалистом, осуществляющим нормоконтроль, и исполнителями.

Пояснительная записка должна состоять из следующих разделов:

- общей части (наименование, адрес защищаемых помещений, основание для проектирования и перечень нормативных документов, используемых при проектировании);
- перечня и характеристики защищаемых помещений (основные строительные конструкции, площадь и высота помещений, пожарная нагрузка, категория

Управление техническими системами

производства и класс взрывопожароопасности помещений, климатические условия и т. п.);

- основных технических решений, принятых в проекте (оборудование установок пожарной автоматики и др.);
- электропитания (надежность электроснабжения);
- размещения оборудования (насосная станция, станционное помещение, диспетчерская и др.);
- заземления;
- профессионального и квалификационного состава эксплуатационного персонала;
- мероприятий по охране труда и технике безопасности.

Проектно-сметная документация на установки пожарной автоматики, разработанная в соответствии с действующими строительными нормами, правилами, инструкциями и ГОСТами, согласованию с органами госпожнадзора не подлежит.

Документация, выполненная с отступлениями от действующих норм, подлежит согласованию в части этих отступлений с органами ГПН и заинтересованными организациями.

После выполнения проектно-изыскательских работ проектная организация высылает заказчику в установленном порядке проектно-сметную документацию.

Роль органов Госпожнадзора на этой стадии заключается в своевременном и правильном определении необходимости оборудования объекта АУП, вручении предписания, контроле за своевременной подачей заявки на проектирование, включением в план проектирования.

На стадии разработки или после выдачи проекта органы ГПН осуществляют контроль за полнотой выполнения противопожарных требований действующих норм, а также своевременным внесением проектной организацией изменений и дополнений по выявленным недочетам.

Проектирование сложных систем АППЗ крупных и сложных промышленных предприятий, зданий и сооружений, объектов с большим пребыванием людей или скоплением больших материальных ценностей поручают специализированным проектным организациям.

2. Основные принципы анализа проектных решений систем пожарной автоматики

При анализе проектных решений надо рассматривать следующие основные показатели установки:

- ✚ соответствие требуемым параметрам защиты данного помещения;
- ✚ соответствие проекта требованиям по полноте управляющих и информационных сигналов;
- ✚ эффективное применение технических средств и наличие на них сертификатов;
- ✚ способ и технические средства передачи сигнала о пожаре в пожарную охрану;
- ✚ информативность АПС.

Для рассмотрения и согласования проектов АУП проектная организация представляет в территориальный орган ГПС следующие материалы:

- сопроводительное письмо;
- лицензию на соответствующий вид деятельности, выданную органами ГПС (для действующих объектов) или органами лицензирования Госстроя России (для строящихся и реконструируемых объектов);
- комплект проектной документации на АУП.

Проектная документация должна быть оформлена в установленном порядке, подписана главным инженером, авторами проекта и иметь архивные номера.

Комплект проектной документации на автоматическую систему (установку) пожаротушения или автоматическую систему (установку) пожарной сигнализации, представляемый на согласование органам ГПН, должен как минимум содержать:

- задание на проектирование;
- проектно-сметную документацию на стадии проекта (рабочего проекта).

Задание на проектирование должно быть разработано, оформлено, согласовано и утверждено в соответствии с порядком и правилами.

Задание на проектирование может быть согласовано с территориальными органами ГПС.

Порядок рассмотрения и согласования проектов

В процессе рассмотрения проекта АУП необходимо проконтролировать:

- ❖ наличие сертификатов пожарной безопасности для составляющих элементов АУП;
- ❖ соответствие исполнения компонентов систем условиям применения;
- ❖ правильность выбора метода тушения (объемный, локальный), типа АУП;

Управление техническими системами

- ❖ правильность выбора огнетушащего вещества и принятой для него в расчетах нормативной концентрации (или других нормативных параметров);
- ❖ соответствие размеров объекта (защищаемого помещения) и видов технологических процессов производства требованиям норм на применимость соответствующих огнетушащих веществ, типов АУП;
- ❖ соответствие ограничений на максимальный суммарный объем, площадь, высоту, степень негерметичности объекта и т. п. требованиям норм для АУП соответствующего типа;
- ❖ соответствие принятых в проекте расчетных геометрических характеристик объекта фактическим;
- ❖ соответствие допустимого для применения ОТВ напряжения электрооборудования имеющемуся на объекте;
- ❖ правильность выбора параметров подачи ОТВ в соответствии с требованиями норм ПБ для данных типов АУП;
- ❖ продолжительность подачи (времени выпуска) ОТВ;
- ❖ интенсивность подачи (секундного расхода) ОТВ;
- ❖ суммарное количество ОТВ;
- ❖ инерционность АУП;
- ❖ алгоритм подачи ОТВ (последовательности включения направлений, батарей, модулей, баллонов, ГОА и т. п.);
- ❖ обеспечение выполнения команд и сигналов электроуправления в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009-83* [6], НПБ 88-2001* [19] и нормами на данный тип АУП;
- ❖ правильность расстановки насадков или оросителей;
- ❖ обеспечение равномерности распределения ОТВ (по объему, площади, высоте защищаемого объекта);
- ❖ принятые в проекте значения времени эвакуации обслуживающего персонала из защищаемого помещения и задержки пуска ОТВ, запаса и резерва ОТВ (модулей, ГОА и т. п.) и их соответствие нормам ПБ для данного типа АСПТ;
- ❖ наличие проектных решений по обеспечению взаимодействия пожарной автоматики с инженерным оборудованием объекта;
- ❖ наличие устройств (или применение других проектных решений) для удаления ОТВ и продуктов горения после окончания тушения пожара;

Управление техническими системами

- ❖ наличие проектных решений по обеспечению заправки, дозаправки ОТВ или средств пожаротушения, обеспечение при необходимости соответствующих услуг сервисной организацией;
- ❖ предусмотрение в спецификации ЗИПа АУП на модули, батареи, распределительные устройства, узлы пуска и т. д.;
- ❖ соблюдение требований норм ПБ, СНиП, ПУЭ по размещению и компоновке на объекте узлов АУП, средств, входящих в состав АПС, и наличие для них соответствующих заключений специализированных организаций о соответствии их исполнения, категории производства (особенно для помещений с категориями производств А и Б по НПБ 105-03 [50] и взрывоопасными зонами по ПУЭ);
- ❖ эффективность примененных пожарных извещателей;
- ❖ соответствие заданной в проекте надежности АУП, указанной в ТЗ или требуемой соответствующими нормами ПБ для данного типа АУП;
- ❖ соответствие окраски элементов АУП, предусмотренной ГОСТ 12.4.026-76 [56] и нормами ПБ для данного типа АУП;
- ❖ категорию электропитания АУП и ее соответствие требованиям норм.

При контроле правильности выбора ОТВ следует руководствоваться техническим заданием на проектирование АУП, СНиП, нормами и правилами ПБ, ведомственными нормами и правилами, рекомендациями ВНИИПО применительно к особенностям защищаемого объекта.

При расчете АУП должна быть принята величина нормативной концентрации, равная максимальному значению для материалов, применяемых в защищаемом помещении (при использовании таких нормативных параметров, как защищаемые единицей массы ОТВ площадь и объем, необходимо принимать минимальные значения этих параметров для материалов, применяемых в защищаемом помещении).

Огнетушащее вещество, принятое для применения в АУП, должно соответствовать следующим требованиям:

- а) быть эффективным для тушения пожаров горючих веществ, имеющих на объекте;
- б) быть совместимым с материалами и оборудованием (в том числе электрооборудованием) защищаемого объекта;
- в) быть безопасным по отношению к персоналу защищаемого объекта, с учетом условий применения (ОТВ) и возможности эвакуации персонала;

Управление техническими системами

- г) отвечать требованиям охраны окружающей среды;
- д) огнетушащие и физические свойства ОТВ должны позволять его хранение и эффективное применение в диапазоне температур эксплуатации объекта.

Рассмотрение и согласование отступлений от норм проектирования и проектных решений, на которые отсутствуют нормы проектирования, должны осуществляться в порядке, установленном НПБ 03-93 [76] при наличии рекомендаций или заключения специализированной научноисследовательской организации по указанному отступлению.

При рассмотрении проектов АУП, выполненных зарубежной фирмой, не имеющей лицензии ГПС на проведение данного вида работ (случай комплексной поставки защищаемого оборудования и установки), необходимо руководствоваться требованием НПБ 04-93 [77].

По выявленным государственным инспектором в проектно-сметной документации отступлениям и нарушениям требований пожарной безопасности генеральному проектировщику вручается предписание. При необходимости копия предписания для сведения направляется заказчику, генеральному подрядчику и в вышестоящий орган управления ГПС.

Государственные инспекторы при рассмотрении проектной документации не должны делать какие-либо записи и ставить штампы на технической документации проекта. Допускается оформлять письменное заключение о соответствии представленной на рассмотрение проектной документации требованиям пожарной безопасности.

Особенности экспертизы проектов автоматических установок водяного пожаротушения

При проектировании автоматических установок водяного пожаротушения необходимо руководствоваться НПБ 88-2001 , Методическими рекомендациями [19, 78].

При рассмотрении проектов установок водяного пожаротушения необходимо обратить внимание на соблюдение следующих требований.

АУВП следует проектировать для защиты помещений высотой не более 20 м.

В зависимости от температуры воздуха в защищаемом помещении проверяют принятый в проекте тип спринклерной установки:

- водозаполненная - для помещений с температурой воздуха 5 °С и выше;

Управление техническими системами

- воздушная - для неотапливаемых помещений зданий, расположенных в районах с продолжительностью периода со среднесуточной температурой воздуха ниже 5 °С.

В соответствии с проектными данными о пожарной опасности технологического процесса в защищаемом помещении необходимо проверить правильность принятой в задании на проектирование группы пожарной опасности помещения.

Проверяют выбранные основные расчетные параметры установки:

- интенсивность орошения;
- площадь, защищаемая одним оросителем;
- защищаемая площадь (для определения расхода воды, раствора пенообразователя);
- продолжительность работы установки;
- расстояние между оросителями.

Проверяют правильность выбора схемы размещения оросителей.

Проверяют правильность выбора спринклерных оросителей. Спринклерные оросители следует устанавливать в помещениях или в оборудовании с максимальной температурой окружающего воздуха, °С:

- до 50 - с температурой разрушения теплового замка 72 °С;
- от 51 до 70 - с температурой разрушения теплового замка 93 °С;
- от 71 до 100 - с температурой разрушения теплового замка 141 °С;
- от 101 до 140 - с температурой разрушения теплового замка 182 °С;
- от 141 до 200 - с температурой разрушения теплового замка 240 °С.

Проверяют правильность выбора и размещения узлов управления. Тип узла управления (электроздвижка, клапан с гидравлическим или электрическим включением) должен приниматься в зависимости от типа импульсного устройства побудительной системы. Следует иметь в виду, что узлы управления с электроприводом невзрывозащищенного исполнения устанавливать непосредственно в помещениях с производствами категорий А, Б, В не допускается. Это требование относится также к сигнализатору давления (СД) и электроконтактному манометру (ЭКМ).

Проверяют правильность выбора устройства и схемы трассировки трубопроводов.

При оценке правильности выбора водопитателей необходимо руководствоваться следующими соображениями. Водяные установки, в которых в качестве побудителей (датчиков) используют спринклеры или легкоплавкие тросовые замки,

Управление техническими системами

обеспечиваются импульсным устройством и основным водопитателем. Спринклерные установки, в которых насос (основной водопитатель) включается вручную, должны иметь автоматический водопитатель.

При экспертизе проекта насосных станций или насосов-повысителей для обеспечения работы спринклерных установок следует учитывать следующее.

Количество насосов должно быть не менее двух (один рабочий, другой резервный). В отдельных случаях по согласованию с органами Госпожнадзора допускается установка одного насоса с автоматическим пуском. Привод насосов должен осуществляться от электродвигателей. Каждый насос должен быть рассчитан на подачу полного расчетного расхода воды.

Питание электродвигателей насосов как потребителей I категории должно быть предусмотрено от двух независимых (радиальных) фидеров.

В схеме электроуправления насосной должна быть предусмотрена автоматизация следующих операций: пуск рабочего насоса; пуск резервного насоса в случае отказа или невыхода на режим рабочего насоса; открытие запорной арматуры с электроприводом; переключение цепей управления с рабочего на резервный ввод (фидер); формирование командного импульса на отключение технологического оборудования (в случае необходимости).

Остановку пожарных насосов предусматривают, как правило, из помещения насосной станции или из дежурного помещения.

Правильность гидравлического расчета установок проверяется по методике, изложенной в Приложении НПБ [19].

Гидравлический расчет спринклерной сети имеет целью определение расхода воды у «диктующих» спринклеров; сравнение удельного расхода (интенсивности орошения) с требуемым (нормативным), а также определение необходимого напора у водопитателей и наиболее экономичных диаметров труб.

Расчету сети предшествует изображение аксонометрической схемы с указанием на ней размеров и диаметров участков труб. Расчет сети производят, исходя из характеристик, например, истечения из оросителя, трения в трубопроводе и др.

Особенности экспертизы проектов автоматических установок пенного пожаротушения

Требования к проектированию автоматических установок пенного пожаротушения изложены в НПБ 88-2001, Методических рекомендациях [19, 78].

При рассмотрении проектов установок пенного пожаротушения необходимо обратить внимание на соблюдение следующих требований:

Управление техническими системами

- оценивают совместимость пены и эффективность тушения ею веществ, имеющих в защищаемой зоне. Например, при тушении пожаров спиртов и других полярных жидкостей для получения пены следует использовать специальный пенообразователь;
- выбор метода тушения и соответственно типа АУПП производят в зависимости от характера развития возможного пожара и объемнопланировочных решений защищаемого помещения;
- выбор и размещение датчиков, спринклеров, тросовых замков, пожарных извещателей для систем пуска установок производят в соответствии с НПБ 88-2001* [19];
- в соответствии с выбранным методом тушения и типом АУПП, а также с учетом геометрии защищаемого оборудования определяют вид пенообразующего устройства (генератора, оросителя);
- к узлам управления и трассировке трубопроводов предъявляются те же требования, что и для водяных установок, но объединение трубопроводов пенных установок с водопроводами питьевого назначения не допускается;
- при устройстве АУПП требования к водопитателям насосной станции такие же, как и для АУВП за исключением следующих моментов:
 - а) для получения пенообразующего раствора используют дозирующие устройства автоматического типа (баки-дозаторы с трубой Вентури, эжекторные дозаторы, дозаторы типа ДА и насосы-дозаторы), также применяют способ предварительного приготовления раствора пенообразователя в емкостях;
 - б) при проектировании пенных установок с насосом-дозатором напор, создаваемый им в точке присоединения к напорному трубопроводу основного водопитателя, не должен превышать более чем на 3 м напора, создаваемого в этой точке основным водопитателем;
 - в) схема трубопроводов насосной станции должна предусматривать возможность перемешивания водного раствора пенообразователя в резервуаре и подводящих кольцевых трубопроводах с помощью основного водопитателя-насоса;
 - г) расчетное время тушения, в течение которого подается полный расчетный расход раствора пенообразователя, должно быть равным (за исключением установок объемного пожаротушения):
 - 15 мин для помещений категорий А, Б, В1 по взрывопожарной опасности;
 - 10 мин для помещений категорий В2-В4 по пожарной опасности;

Управление техническими системами

- должен быть предусмотрен 100%-ный резерв пенообразователя, равный расчетному объему;
- в системе дозирования пенообразователь следует хранить в металлической емкости с внутренним антикоррозионным покрытием;
- в системе дозирования с насосом-дозатором должно быть предусмотрено два насоса: рабочий и резервный - для подачи пенообразователя к дозирующему устройству, например, диафрагме или шайбе;
- АУПП с заранее подготовленным раствором пенообразователя должна быть оборудована специальным насосом с ручным включением для перекачивания пенообразователя из транспортной тары в резервуар для раствора;
- подача пенообразователя в резервуар, предварительно заполненный расчетным количеством воды, должна осуществляться через перфорированный трубопровод, уложенный по периметру резервуара на 0,1 м ниже уровня воды в нем;
- при хранении раствора пенообразователя в железобетонных резервуарах должно быть предусмотрено покрытие их внутренней поверхности эпоксидными смолами или другими веществами, обеспечивающими недопустимость контакта между раствором пенообразователя и железобетонной поверхностью резервуара;
- для слива пенообразователя или его раствора в случае проведения ремонтно-профилактических работ в пенных АСПТ должны быть предусмотрены резервные емкости (баки, резервуары);
- в качестве источника питания для пенных АСПТ должны использоваться водопроводы непитьевого назначения с насосными станциями;
- гидравлический расчет сети пенной АСПТ производится по той же методике, что и водяных АСПТ;
- диаметры трубопроводов пенных АСПТ определяют гидравлическим расчетом. При этом скорость движения пенообразующего раствора в трубе не должна превышать 10 м/с.

Особенности экспертизы проектов установок газового пожаротушения

Элементы установок газового пожаротушения, подлежащие обязательной сертификации в области пожарной безопасности в Российской Федерации, должны иметь соответствующий сертификат.

Управление техническими системами

Остальное оборудование, изделия и материалы, применяемые в УГП, должны иметь документы, удостоверяющие их качество, и соответствовать условиям применения и спецификации проекта. ГОС и газы-вытеснители, применяемые в УГП, должны также соответствовать пп. 4.3-4.5 ГОСТ Р 50969-95 [31].

При экспертизе проектов необходимо проконтролировать целесообразность применения УГП.

УГП применяются для ликвидации пожаров классов А, В, С и электрооборудования (с напряжением не выше допустимого для данного ГОС).

Негерметичность помещений, в которых применяются объемные УГП, не должна превышать значений, указанных в НПБ 88-2001 [19].

Проектирование УГП для помещений с большими значениями негерметичности должно осуществляться на основании рекомендаций ВНИИПО.

УГП не эффективны для тушения пожаров ряда материалов, указанных в НПБ 88-2001 [19], и не должны в этих случаях применяться.

По способу тушения УГП могут быть разделены на объемные и объемно-локальные. Предпочтительно применение объемного способа тушения.

УГП по своим техническим характеристикам должны соответствовать ГОСТ Р 50969-95 [31].

Расчет установок газового пожаротушения

Расчет УГП должен быть выполнен в соответствии с НПБ 88-2001 [19] и методиками, изложенными в гл. 4 данного учебника. При наличии отступлений по любому параметру расчет проводится по методикам, согласованным в установленном порядке. При этом следует обратить внимание на правильный учет негерметичности защищаемого помещения и правильный выбор нормативной огнетушащей концентрации ГОС. Последняя величина должна приниматься равной максимальному значению огнетушащей концентрации из всех горючих веществ, находящихся в защищаемом помещении.

Гидравлический расчет УГП

Г гидравлический расчет УГП имеет целью определение количества насадков и подбор диаметров трубопроводов, обеспечивающих равномерную подачу ГОС в помещение за время, не превышающее 10 с для модульных УГП и 15 с - для централизованных (без учета инерционности установки). Для установок, использующих в качестве ГОС CO₂, время выпуска не должно превышать 60 с.

Управление техническими системами

Методика расчета диаметров трубопроводов и количества насадков для установок низкого давления с двуокисью углерода приведена в НПБ 88-2001* [19].

Для установок высокого давления с двуокисью углерода и других газов гидравлический расчет производится по методикам, согласованным в установленном порядке.

Оборудование и длину трубопроводов при расчете и последующем проектировании УГП необходимо выбирать из условия, чтобы инерционность работы УГП не превышала 15 с.

Разница расходов ГОС между двумя крайними насадками на одном распределительном трубопроводе не должна превышать 20 %.

Выбор схемы размещения насадков, разводки трубопроводов

Выбор схемы размещения насадков должен производиться, исходя из задачи равномерного распределения ГОС в защищаемом помещении при оптимальных диаметрах труб и наименьшей металлоемкости системы.

Резерв (запас) УГП

Централизованные УГП должны иметь 100%-ный резерв ГОС. Модульные системы должны иметь 100%-ный запас ГОС из расчета полной замены модулей пожаротушения в установке, защищающей максимальное по объему помещение на объекте.

Эвакуация людей из защищаемых помещений

При рассмотрении проектов УГП следует обратить особое внимание на наличие персонала и условия его эвакуации. В соответствии с НПБ 88-2001 время задержки выпуска ГОС должно быть больше времени, необходимого для эвакуации людей из помещения, и не должно быть менее 10 с. Время, необходимое для эвакуации людей из помещения, определяется по методике, изложенной в СП 21-101-98, ГОСТ 12.1.004-91.

Установки газового пожаротушения для защиты помещений, имеющих взрывоопасные производства

При защите помещений категорий А или Б по НПБ 105-03 [50] или имеющих взрывоопасные зоны по ПУЭ оборудование УГП должно иметь взрывозащищенное исполнение необходимого уровня, подтвержденное заключением соответствующей специализированной организации, либо вынесено за пределы взрывоопасных зон с соблюдением требований действующих норм и ПУЭ.

Окраска трубопроводов, баллонов и других элементов УГП должна соответствовать ГОСТ 12.4.026 [56], пп. 4.27-4.28 ГОСТ Р 50969-95 [31].

Особенности экспертизы проектов установок аэрозольного пожаротушения

Требования к проектированию установок аэрозольного пожаротушения (УАП) изложены в НПБ 88-2001, Методических рекомендациях [19, 78].

Генераторы огнетушащего аэрозоля, применяемые в составе УАП, и другие элементы установки, подлежащие сертификации, должны иметь сертификат пожарной безопасности.

УАП могут применяться для тушения (ликвидации) объемным способом пожаров подкласса А2 и класса В, по ГОСТ 27331-87 [29], в помещениях высотой не более 10 м и параметром негерметичности не более 0,001-0,04 м⁻¹, в зависимости от объема защищаемого помещения.

При этом допускается наличие в указанных помещениях горючих материалов, горение которых относится к пожарам подкласса А1 по ГОСТ 27331-87 [29], в количествах, тушение пожара которых может быть осуществлено штатными ручными средствами, предусмотренными ППБ 01-03 [2] и НПБ 155-2002 [79].

УАП не должны применяться в помещениях категорий А и Б и в помещениях складского назначения категорий В1-В2 по НПБ.

В составе УАП не должны применяться генераторы огнетушащего аэрозоля 1 типа по ГОСТ Р 51046-97 [48] (с температурой газоаэрозольных продуктов на срезе выходных отверстий ГОА выше 500 °С) в помещениях зданий и сооружений III и ниже степени огнестойкости по СНиП 21-01-97 [52] и помещениях категорий А, Б по НПБ 105-03 [50].

Возможность применения УАП для защиты помещений категорий А и Б по НПБ 105-03 [50] или имеющих взрывоопасные зоны по ПУЭ, а также помещений, имеющих отступления от требований норм проектирования, в каждом конкретном случае подлежит согласованию с соответствующим органом управления ГПС в порядке, предусмотренном НПБ 03-93 [76].

Все элементы и оборудование УАП, применяемые для защиты взрывопожароопасных помещений категорий А и Б по НПБ 105-03 [50], а также взрывоопасных зон по ПУЭ и размещаемые в указанных помещениях и зонах, должны соответствовать требованиям ПУЭ (раздел 7) и иметь документы (свидетельства Госгортехнадзора РФ), подтверждающие безопасность их применения в помещениях указанных категорий.

Допускается применение УАП для защиты кабельных сооружений (полупэтажи, коллекторы, шахты и т. п.) объемом до 3000 м³ и высотой не более 10 м при

Управление техническими системами

значения параметра негерметичности помещения не более $0,001 \text{ м}^{-1}$ и при условии отсутствия в электросетях защищаемого сооружения устройств автоматического повторного включения.

Применение УАП для тушения пожаров в помещениях с кабелями, электроустановками и электрооборудованием, находящимися под напряжением, допускается при условии, если его значение не превышает предельно допустимого, указанного в ТД на тип ГОА, используемый в данной установке.

Установки объемного аэрозольного пожаротушения не должны применяться для тушения:

- волокнистых, сыпучих, пористых и других горючих материалов, склонных к самовозгоранию и (или) тлению внутри слоя (объема) вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и др.);

- химических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха;

- гидридов металлов и пирофорных веществ;

- порошков металлов (магний, титан, цирконий и др.).

Использование по решению заказчика УАП для локализации пожара этих веществ и материалов не исключает необходимости оборудования помещений, в которых находятся или обращаются указанные вещества и материалы, установками пожаротушения, предусмотренными соответствующими нормами и правилами, ведомственными перечнями, другими действующими нормативными документами, утвержденными и введенными в действие в установленном порядке.

УАП не должны применяться:

- в помещениях, которые не могут быть покинуты людьми до начала работы ГОА;
- в помещениях с большим количеством людей (по СНиП 2.08.02-89 [80], СНиП 31-05-2003 [60] и СНиП 2.04.01-85 [81] - 50 человек и более);
- в помещениях с изменяющейся (изменяемой) планировкой, влияющей на его объем и конфигурацию;
- в помещениях зданий и сооружений, содержащих ценности, материалы и оборудование, которые могут пострадать от воздействия продуктов, образующихся при работе ГОА;
- в помещениях и сооружениях, представляющих архитектурную или историческую ценность, в помещениях музеев, кладовых (хранилищ) ценностей в

Управление техническими системами

банках, архивов, библиотек, картинных галерей, хранилищ произведений искусства и уникальных ценностей;

- в помещениях с ЭВМ, связанных процессоров и телекоммуникационных узлов сетей, архивов магнитных носителей, графопостроителей, сервисной аппаратуры, системных программистов, систем подготовки данных, а также в пространствах под съемными полами и за подвесными потолками этих помещений (за исключением персональных ЭВМ, размещаемых на рабочих местах пользователей и не требующих выделения зон обслуживания).

При проектировании УАП необходимо применять устройства контроля и управления, в которых предусмотрена функция контроля цепи пуска каждого ГОА.

Местный пуск УАП не допускается.

Размещение ГОА в защищаемых помещениях должно исключать возможность воздействия высокотемпературных зон каждого ГОА:

- на персонал, находящийся в защищаемом помещении или имеющий в данное помещение доступ (зона с температурой более 75 °С);
- на хранимые или обращающиеся в защищаемом помещении сгораемые вещества и материалы, а также сгораемое оборудование (зона с температурой более 200 °С);
- другое оборудование (зона с температурой более 400 °С).

Данные о размерах опасных высокотемпературных зон ГОА необходимо использовать из технической документации на примененный тип ГОА, официальной информации изготовителя примененных ГОА.

При необходимости следует предусматривать соответствующие конструктивные мероприятия (защитные экраны, ограждения и т. п.) в целях исключения возможности контакта персонала в помещении, а также сгораемых материалов и оборудования с опасными высокотемпературными зонами ГОА.

Размещение ГОА в помещениях должно обеспечивать равномерное заполнение огнетушащим аэрозолем всего объема защищаемого помещения, создание огнетушащей способности аэрозоля не ниже нормативной. При этом допускается размещение ГОА ярусами. Размещать ГОА в помещениях необходимо таким образом, чтобы исключить попадание аэрозольной струи в створ постоянно открытых проемов в ограждающих конструкциях помещения.

УАП должна обеспечивать задержку выпуска огнетушащего аэрозоля в защищаемое помещение на время, необходимое для эвакуации людей после подачи звукового и светового сигналов оповещения о пуске ГОА установки пожаротушения,

Управление техническими системами

а также полной остановки вентиляционного оборудования, закрытия воздушных заслонок, противопожарных клапанов и т. п., но не менее 30 с.

При экспертизе проектов УАП необходимо также проконтролировать:

- соотношение между величиной давления, развиваемого при работе установки, и предельной величиной давления в защищаемом помещении, при котором в нем сохраняется целостность остекления и ограждающих конструкций;
- обеспечение условий безопасной расстановки ГОА в защищаемом помещении по отношению к обслуживаемому персоналу и горючим материалам;
- обеспечение УАП заданной нормативной огнетушащей концентрации аэрозоля и интенсивности подачи огнетушащего аэрозоля.

Особенности экспертизы проектов модульных установок порошкового пожаротушения

Проверка соответствия проектных решений по выбору способа защиты (объемный, поверхностный, локальный) и марки огнетушащего порошка нормативным документам [19] или рекомендациям.

Проверка соответствия проектных решений по выбору параметров МАУПТ (инерционности, быстродействию, времени действия) нормативным документам (ГОСТ Р 51091-97 [44], [19], ГОСТ 12.3.046-91 [39]) или рекомендациям, утвержденным в установленном порядке.

Проверка соответствия характеристик, составляющих элементов МАУПТ (модулей, датчиков, электропроводов, электрокабелей и др.) категории помещения по взрывоопасности.

Проверка расстановки модулей на объекте, а также соответствия расчета их количества требованиям нормативных документов или рекомендациям.

Проверка наличия сертификатов соответствия и пожарной безопасности на составляющие МАУПТ (основание - перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации в области пожарной безопасности).

Проверка соответствия электропитания систем МАУПТ классу энергоснабжения по ПУЭ-86. Проверка соответствия сигнализации и алгоритма работы для объемных установок (ГОСТ 12.3.046-91 [39]).

Особенности экспертизы проектов систем пожарной сигнализации и пожарной автоматики (ПА) установок пожаротушения

Требования к проектированию систем пожарной сигнализации и ПА установок пожаротушения изложены в НПБ 88-2001 [19], ПУЭ.

Управление техническими системами

При экспертизе проекта пожарной сигнализации должны быть проверены следующие позиции:

- состав проектной документации;
- тип пожарного извещателя (ПИ) в зависимости от требований НПБ и условий эксплуатации;
- эффективность ПИ (его класс) в зависимости от типа горючей нагрузки в соответствии с ГОСТ Р 50898-96 [82], для обеспечения более эффективной защиты (раннее обнаружение) необходимо применять ПИ более высокого класса;
- тип прибора пожарной сигнализации и допустимость его работы с принятыми в проекте извещателями;
- количество и размещение ПИ;
- площадь, контролируемая одним дымовым, тепловым ПИ в зависимости от высоты;
- площадь, контролируемая ПИ пламени в зависимости от угла обзора и дальности действия в соответствии с паспортными данными;
- правильность включения извещателей в шлейфы приемно-контрольного прибора пожарной сигнализации;
- размещение ручных пожарных извещателей;
- размещение оборудования и аппаратуры;
- оборудование помещений диспетчерских, где размещается персонал, несущий круглосуточное дежурство;
- организация шлейфов пожарной сигнализации, соединительных линий и питающих линий приемно-контрольных приборов и приборов управления;
- разделение охранных и пожарных шлейфов (только для охраннопожарной сигнализации (ОПС));
- соответствие омического сопротивления шлейфа сигнализации паспортным данным приемно-контрольного прибора;
- электроснабжение установок пожарной сигнализации;
- защитное заземление и зануление оборудования;
- формирование сигнала запуска АСПТ от двух извещателей и их размещение;
- правильность окраски узлов оперативного опознавания (щитов управления, узлов ручного управления);
- соответствие уровня помехозащищенности, взрывозащищенности, климатического и механического исполнения применяемого оборудования условиям эксплуатации.

3. Структура и организация эксплуатации.

Проверка работоспособности и комплексные испытания автоматических установок пожаротушения

Стратегия эксплуатации установок пожарной автоматики (АУП) основана на сложившейся в России системе планово-предупредительного обслуживания и ремонта (ППОР). Сущность системы заключается в проведении через определенное количество часов эксплуатации установки работ по ТО и различных видов плановых ремонтов.

Для более обстоятельного анализа эксплуатации АУП и правильного выбора организационных и технических решений, обеспечивающих ее жизнедеятельность, следует рассмотреть структуру этого процесса, его составные части и решаемые при этом задачи.

В общем случае понятие «эксплуатация АУП» включает такие этапы, как хранение, транспортировка, использование по назначению, техническое содержание, техническое обслуживание и ремонт.

Наиболее продолжительным периодом эксплуатации установок является режим дежурства. Работоспособность установок в этот период определяется их техническим содержанием и обслуживанием.

Техническое содержание АУП включает три основных элемента: организационные вопросы, требования (правила) технического содержания и проверка работоспособности [83]. Документом, определяющим техническое содержание АУП, являются ППБ 01-03 [72] «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации». Правила устанавливают единые требования к техническому содержанию АУП на промышленных предприятиях, объектах торговли, культурно-массового и другого назначения независимо от ведомственной принадлежности.

В соответствии с действующим законодательством ответственность за выполнение требований по техническому содержанию АУП несут руководители предприятий.

После приемки АУП в эксплуатацию руководитель объекта своим приказом (распоряжением) назначает лиц, ответственных за эксплуатацию АУП (это обычно работники отделов главного механика, главного энергетика, службы КИП).

Управление техническими системами

На крупных предприятиях для проведения технического обслуживания и ремонта установок создаются бригады и группы по ТО, а также дежурный персонал для круглосуточного контроля работоспособности АУП.

В обязанности лица, ответственного за эксплуатацию АУП, входят: организация оперативного контроля работоспособности установок; своевременный вызов группы ТО объекта или специализированных подразделений (фирм) для устранения отказов установок; организация ремонта АУП; ведение эксплуатационной документации. Ответственные лица следят также за сохранностью запчастей и соблюдением графиков проведения плановых ТО и ремонтов АУП, проводят инструктаж рабочих и служащих, работающих в защищаемых помещениях.

Обслуживающий персонал, создаваемый на предприятиях, производит работы по ТО и ремонту установок, способствует поддержанию их в исправном состоянии согласно ППБ 01-03 [72], осуществляет ведение эксплуатационной документации и другие работы.

Круглосуточный контроль работоспособности на объекте осуществляет оперативный (дежурный) персонал, который должен знать порядок вызова пожарной охраны, наименование и место нахождения защищаемых установкой помещений, порядок ведения оперативной документации и порядок определения работоспособности АУП.

У лица, ответственного за эксплуатацию установки, должна быть следующая документация:

- проектная документация и исполнительные чертежи на установку в полном объеме;
- паспорта на оборудование и приборы;
- ведомость смонтированного оборудования.

Эта документация разрабатывается и предоставляется монтажной организацией; паспорта на зарядку баллонов УГПТ предоставляются организацией, производящей зарядку баллонов огнетушащим веществом.

Администрацией объекта разрабатывается следующая документация:

- акт приемки и сдачи установки в эксплуатацию;
- инструкции по эксплуатации установок;
- перечень регламентных работ ТО установок;
- план-график ТО, журнал учета ТО, журнал учета неисправностей установок;
- должностные инструкции, графики дежурств оперативного персонала, журнал сдачи-приемки дежурств;

Управление техническими системами

- журнал взвешивания баллонов с огнетушащим веществом УГПТ.

Перечисленная документация должна пересматриваться не реже одного раза в три года, а также всякий раз при изменении условий эксплуатации установок.

Перечень технической документации может быть изменен в зависимости от конкретных условий на объекте по согласованию с ОГПН и вышестоящими организациями, которым подведомственен объект.

Требования (правила) технического содержания АУП определяются в основном ППБ 01—03 [72], а также ГОСТ 12.4.009-83* [6].

Проверка работоспособности АУП осуществляется в соответствии с Рекомендациями по проверке технического состояния установок пожарной автоматики [84].

Проверка работоспособности установок пожарной сигнализации производится путем воздействия на извещатели многоразового действия образцовыми (стандартизированными) источниками тепла, дыма и света (в зависимости от вида извещателя). Для установок, имеющих извещатели однократного действия, проверка осуществляется путем внесения искусственного повреждения, т. е. обрыва, выполняемого в наиболее удаленной распределительной или ответвительной коробке, имеющей монтажные клеммы «под зажим», или путем отсоединения наиболее удаленного извещателя от линии шлейфа.

Проверка работоспособности установок пожаротушения производится путем визуального осмотра контрольно-измерительных приборов, проверки работоспособности отдельных узлов или установки в целом, которая проводится по специально разработанной программе, согласованной с представителями ГПН.

Комплексные огневые испытания установок пожаротушения производятся в соответствии с ВСН 25-09.67-85 [42].

Программа огневых испытаний установок должна включать следующие разделы:

- цель испытаний;
- материально-техническое обеспечение;
- методика проведения испытаний;

4) техника безопасности.

Управление техническими системами

Для испытания установок водяного и пенного пожаротушения в одном из защищаемых помещений в контрольных точках устанавливаются металлические поддоны размером 0,5×0,5 м с высотой бортов не менее 0,2 м. Количество контрольных точек должно быть принято, в соответствии с программой испытаний, не менее трех. Контрольные точки должны быть выбраны в наиболее неблагоприятных для орошения местах, включая и «диктующий» ороситель.

Интенсивность орошения в каждой контрольной точке определяют по формуле

$$I = \frac{Q_{\text{под}}}{\tau F_{\text{под}}}, \quad (9.16)$$

где $Q_{\text{под}}$ – объем воды (раствора), собранной в поддоне за время работы установки в установившемся режиме, л; τ – продолжительность работы установки, с; $F_{\text{под}}$ – площадь поддона, равная 0,25 м².

Интенсивность орошения в каждой контрольной точке должна быть не ниже нормативной или расчетной (табл. 1-3 НПБ 88-2001 [19]).

Огневые и комплексные испытания установок газового пожаротушения с имитацией признаков пожара и подачей огнетушащего вещества в помещении проводят путем воздействия на побудитель (спринклерный ороситель, тросовый замок, пожарный извещатель) соответствующего фактора пожара.

В целях экономии огнетушащего вещества проверка работоспособности может быть осуществлена путем подачи в защищаемое помещение сжатого воздуха.

При получении неудовлетворительных результатов испытаний (хотя бы по одному параметру) должны быть определены и устранены причины, а затем повторно проведены испытания.

Результаты повторных испытаний являются окончательными и заносятся в акт проведения испытаний установки.

Техническое обслуживание АУП - это комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности установок при использовании их по назначению. Техническое обслуживание АУП делится на три вида: ТО при подготовке установки к использованию по назначению; ТО в режиме дежурства (ожидания) и ТО после срабатывания установки (обнаружения и тушения пожара).

Регламентные работы по техническому обслуживанию и плановопредупредительному ремонту (ТО и ППР) автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения, систем противодымной защиты, оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией должны осуществляться в соответствии с годовым планом-графиком, составляемым с учетом технической документации заводов-изготовителей, и сроками проведения ремонтных работ. ТО и ППР должны выполняться специально обученным обслуживающим персоналом или специализированной организацией, имеющей лицензию, по договору. В период выполнения работ по ТО или

Управление техническими системами

ремонту, связанных с отключением установки (отдельных линий, извещателей), руководитель предприятия должен принять необходимые меры по защите от пожаров зданий, сооружений, помещений, технологического оборудования [85].

Подготовка установки к использованию по назначению осуществляется всего лишь один раз в период ее пуска в эксплуатацию. При ТО этого вида проводятся регулировочные, наладочные и заправочно-снаряжательные операции.

ТО после срабатывания установки занимает также незначительное время, а на объектах, где строго соблюдается противопожарный режим, пожаров может вообще не быть. В этот вид ТО входят такие операции, как контроль технического состояния, замена сработавших или поврежденных элементов (узлов) и операции по подготовке установки к работе.

Наиболее продолжительным периодом эксплуатации установок является режим дежурства. В этот период проводят профилактические работы, плановое обслуживание и аварийные работы при поступлении сообщения об отказе установки.

Во время профилактических работ производятся простейшие виды работ: удаление пыли, смазка трущихся деталей насосов, компрессора, регулировка отдельных узлов и элементов, замена прокладок и т. п.

Периодичность профилактических работ может быть получена следующим образом. Если для экспоненциального распределения наработки

на отказ вероятность появления отказа P_0 АУП имеет вид $P_0 = 1 - e^{-w(t)t}$, то, приняв $P_0 = P_{\text{опт}}$, $t = t_{\text{опт}}$, получим выражение для определения периодичности профилактических осмотров:

$$t_{\text{опт}} = \frac{-\ln(1 - P_{\text{опт}})}{w(t)}, \quad (9.17)$$

где $e = 2,71$ – основание натурального логарифма; $w(t)$ – параметр потока отказов установки, 1/ч; $t_{\text{опт}}$ – оптимальная периодичность профилактических работ; $P_{\text{опт}}$ – оптимальная вероятность появления отказа АУП, принимаемая равной 0,05; 0,02; 0,01 для зданий первой, второй, третьей группы важности соответственно.

Плановые ТО АУП проводят с периодичностью один раз в месяц, один раз в квартал (ТО-1), один раз в год (ТО-2) и один раз в три года (ТО-3).

Для обеспечения нормального функционирования АУП необходимо на весь период эксплуатации обеспечивать их инструментом и запасными частями.

В нормативной литературе предусматривается 10%-ный резерв запасных частей от общего количества смонтированных узлов и элементов АУП. Эта величина не обоснована расчетами, так как количество ЗИП зависит от интенсивности отказов, времени пополнения, требуемой его достаточности, организации снабжения и степени восстановления.

Управление техническими системами

Зависимость ЗИП от интенсивности отказов, заменяемых элементов и времени пополнения ЗИП (t_n) очевидна: чем больше X и (t_n), тем большее количество запасных частей потребуется при эксплуатации. Для пуассоновского потока отказов вероятность числа отказов n

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}. \quad (9.18)$$

Используя это значение, нетрудно вычислить вероятность, что число отказов за время t будет не больше m :

$$P_{n \leq m}(t) = \sum_0^m \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t}. \quad (9.19)$$

Вероятность, что число отказов за время t будет больше m :

$$P_{n > m}(t) = \sum_{m+1}^{\infty} \frac{(\lambda t)^n}{n!} e^{-\lambda t} = 1 - P_{n \leq m}(t). \quad (9.20)$$

Зависимость состава ЗИП от допустимой его недостаточности также очевидна. Степень недостаточности измеряется вероятностью, что число отказавших элементов будет больше числа запасных элементов. Вероятность того, что за время t_n произойдет больше двух отказов, равна 0,1, это означает, что достаточность ЗИП равна 0,9, а недостаточность равна 0,1. Коэффициент достаточности ЗИП обычно задается равным 0,9-0,99.

Исходными данными для расчета числа запасных изделий являются: интенсивность отказов заменяемых изделий; число заменяемых изделий N ; время пополнения ЗИП t_n ; вероятность достаточности ЗИП P_0 . Так, например, необходимое число запасных изделий (спринклеров, пожарных извещателей одноразового действия и др.) определяется в такой последовательности:

1. Определяется произведение суммарной интенсивности отказов на t_n :

$$\lambda_0 T t_n = \lambda t_n,$$

Управление техническими системами

2. Определяется вероятность того, что за время t_n произойдет 0, 1, 2, 3... n отказов:

$$P_i(t_n) = \frac{(\lambda_{\Sigma} t_n)^i}{i!} e^{-\lambda_{\Sigma} t_n}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n.$$

3. Определяется вероятность того, что за время t_n произойдет число отказов не меньше m , т. е. $P_{n \leq m}(t_n)$.

4. Определяется вероятность того, что число отказов за время t_n будет больше числа m , т. е. $P_{n > m}(t)$. Эта вероятность равна $1 - P_{n \leq m}(t)$.

5. Полученные значения вероятностей $P_{n > m}(t)$ располагаются в порядке их убывания, для наглядности используют числовые значения:

$P_{n > m}(t)$ для $\lambda_{\Sigma} t_n = 3$;

m	5	6	7	8	9	10
$P_{n > m}$	0,1847	0,0839	0,0335	0,0119	0,0038	0,0011.

Из приведенной зависимости видно, что число запасных элементов в ЗИП должно быть меньше такого числа m , которому соответствует $P_{n > m}$, меньшая заданной вероятности недостаточности ЗИП ($P_{нд} = 1 - P_d$). Пусть, например, $P_d = 0,99$ ($P_{нд} = 0,01$). Положим в ЗИП пять запасных изделий. Вероятность того, что за время t_n будет больше пяти отказов, равна 0,1847; требуется же, чтобы эта вероятность была не более 0,01. Значит, число запасных изделий надо увеличить до девяти. Тогда вероятность того, что число отказов будет больше девяти, становится равной 0,0038, что меньше заданной $P_{нд}$.

5. Методика расчета численности обслуживающего персонала

Исходными данными для планирования требуемого количества обслуживающего персонала (рабочих) служат:

- нормативы времени (трудоемкость) и периодичность технических обслуживаний;
- годовой план ремонтных работ;
- действительный годовой фонд рабочего времени в часах.

Нормативы времени и периодичность технических обслуживаний и текущих ремонтов приведены в РД 009-01-96, РД 009-02-96 [86, 87].

Требуемое количество рабочих для проведения плановых работ по ТО и ремонту [88] определяется по формуле

$$K = \frac{t_{\text{ТО}} \sum r_{\text{ТО}} + t_{\text{Т}} \sum r_{\text{Т}} + t_{\text{К}} \sum r_{\text{К}}}{\Phi_{\text{д}} K_{\text{ВК}}}, \quad (9.21)$$

где $t_{\text{ТО}}$, $t_{\text{Т}}$, $t_{\text{К}}$ – нормативы времени соответственно на плановое ТО, текущий и капитальный ремонт, нормочас на одну единицу оборудования; $\sum r_{\text{ТО}}$, $r_{\text{Т}}$, $r_{\text{К}}$ – суммарное количество оборудования, ежегодно подвергаемое соответственно плановому ТО, текущему и капитальному ремонту; $K_{\text{ВК}}$ – коэффициент выполнения норм, планируемый для данной категории рабочих; $\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени,

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{д}} K_{\text{п}}, \quad (9.22)$$

где $\Phi_{\text{д}}$ – календарный годовой фонд рабочего времени; $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени.

$$\Phi_{\text{д}} = \frac{41}{6} (Д - В - О - П), \quad (9.23)$$

где Д – число календарных дней в году;
В – число воскресных и праздничных дней в году;
О – продолжительность отпуска, дни;
П – число предпраздничных рабочих дней.

По приведенной формуле, подставляя те или иные нормативы времени, можно подсчитать общее число рабочих, требующихся для проведения плановых работ по ТО и ремонту.

По РТМ 25488–82 [88] численность персонала для проведения ТО и ТР установок пожаротушения и установок сигнализации определяется по формуле

$$P_{\text{а}} = \sum_{i=1}^m P_{\text{д}} n_i, \quad (9.24)$$

где $P_{\text{а}}$ – численность персонала;
 $P_{\text{д}}$ – норматив численности на элементы установки;
 n_i – количество этих элементов.

Численность слесарей-сантехников для ТО и ТР установок пожаротушения допускается определять по приближенной формуле:

$$P_{\text{а}} = (C_{\text{т}} - C_{\text{ос}} - C_{\text{пт}} - C_{\text{ср}}) K, \quad (9.25)$$

где $C_{\text{т}}$ – сметная стоимость технологической части АУП, тыс. руб.;
 $C_{\text{ос}}$ – стоимость ОВ, тыс. руб.;
 $C_{\text{пт}}$ – стоимость наружных трасс, тыс. руб.;
 $C_{\text{ср}}$ – стоимость строительных работ, тыс. руб.;

Управление техническими системами

K – коэффициент установки, чел./тыс. руб., который равен:

- для технологической части установок: газового пожаротушения – 0,045; водяного и пенного пожаротушения – 0,055;
- для электротехнической части установок: газового пожаротушения – 0,100; водяного и пенного пожаротушения – 0,140; внешние кабельные трассы по установкам пожаротушения – 0,045; для пожарной и охранной сигнализации – 0,260.

Численность электромонтеров для ТО и ТР установок пожаротушения допускается определять по формуле

$$P_a = P_{a1} + P_{a2}, \quad (9.26)$$

где P_{a1} – численность электромонтеров для ТО и ТР электрооборудования, аппаратуры и внутренних кабельных и проводных линий, чел.; P_{a2} – численность электромонтеров для ТО и ТР наружных кабельных трасс, чел.

$$P_{a1} = (C_3 - C_{НК} - C_{CP}) K; \quad (9.27)$$

$$P_{a2} = C_{НК} K, \quad (9.28)$$

где C_3 – сметная стоимость электротехнической части АУП, тыс. руб.; $C_{НК}$ – стоимость наружных кабельных трасс, без стоимости строительных работ, тыс. руб.; C_{CP} – стоимость всех строительных работ, тыс. руб.; K – коэффициент установки, чел./тыс. руб.

Численность монтеров связи для ТО и ТР установок пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации допускается определять по формуле

$$P_a = (C_3 - C_{CP}) K, \quad (9.29)$$

где C_3 – сметная стоимость установки, тыс. руб.; C_{CP} – стоимость строительных работ, тыс. руб.; K – коэффициент установки, чел./тыс. руб.

Работы при ТО и ТР АУП выполняют слесари-сантехники и электромонтеры не ниже четвертого разряда, установок АПС и ОПС – монтеры связи пятого разряда.

Лекция

по теме 2.1.1. Принцип построения интегрированной системы безопасности "Рубеж" (ИСБ)

ВОПРОСЫ

1. Введение.
2. Организация интерфейса связи с сетевыми устройствами.
3. Топология линии связи с СУ.
4. Организация линии связи с использованием различных физических средств передачи информации.
5. Удаленное подключение БЦП к ПЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крахмалев А.К. Интегрированная система безопасности "Рубеж": Учебное пособие. М.: 2007. – 244 с. (с. 15-33).

1. Введение

Управление техническими системами

Тенденция современного развития систем безопасности неразрывно связана с процессами широкой автоматизации и интеграции, которые касаются не только собственно систем безопасности, но и всех остальных систем, предназначенных для автоматизации управления жизнеобеспечением и функционированием жилого здания, офиса, предприятия или любого другого объекта /1/. Логическим развитием такой интеграции явилось создание интегрированных систем безопасности (ИСБ) с широкими функциональными возможностями, позволяющими автоматизировать также управление инженерными системами здания или объекта /2/. Основой таких ИСБ служит единая аппаратно-программная платформа, представляющая собой автоматизированную систему управления (АСУ) с многоуровневой сетевой структурой, имеющую общий центр управления на базе локальной компьютерной сети и содержащую линии коммуникаций, контроллеры приема информации, управляющие контроллеры и другие периферийные устройства, предназначенные для сбора и обработки информации от различных датчиков (в том числе от извещателей пожарной и охранной сигнализации), а также для управления различными средствами автоматизации (оповещение, противопожарная автоматика и пожаротушение, инженерные системы и т.д.).

По сути дела ИСБ представляют собой автоматизированную систему управления, обеспечивающую управление безопасностью различных объектов (жилых и офисных зданий, предприятий, комплексов сооружений и т.д.) /3/, следовательно, на нее в полной мере должны распространяться положения «Комплекса стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы». Например, ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения» устанавливает следующие общие понятия.

Автоматизированная система – АС: Система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций.

Интегрированная автоматизированная система – ИАС: Совокупность двух или более взаимоувязанных АС, в которых функционирование одной из них зависит от результатов функционирования другой (других) так, что эту совокупность можно рассматривать как единую АС.

В соответствии с этим можно здесь определить ИСБ.

Интегрированная система безопасности (ИСБ) - совокупность технических средств, предназначенных для построения систем **охранной, пожарной** сигнали-

Управление техническими системами

зации и оповещения, управления противопожарной автоматикой, контроля и управления **доступом** и систем **телевизионного** наблюдения, которые обладают технической, информационной, программной и эксплуатационной совместимостью.

Тенденция дальнейшей интеграции - объединение ИСБ с системами автоматизации и управления инженерными системами здания или объекта связана с появлением термина - « интеллектуальное здание» /4/.

«Интеллектуальное здание» - комплекс проектных, организационных, инженерно-технических, программных решений, направленных на создание единой информационно-управляющей инфраструктуры, обеспечивающей гибкую и эффективную технологию обслуживания здания (объекта) и наиболее полно отвечающую потребностям его владельцев и арендаторов с соблюдением современных требований обеспечения безопасности.

Основное назначение системы «интеллектуального здания» - обеспечение эффективности функционирования всех инженерно-технических систем, энергосбережение, предотвращение, обнаружение и оперативное устранение любых экстремальных ситуаций, возникающих в процессе эксплуатации здания, максимально снижая последствия возможного урона.

Термин «интеллектуального здания» в большей части применяется к жилым и офисным зданиям. Применительно к развитию таких систем для производственных и промышленных объектах появляется возможность построения комплексов, в которых автоматизация производственного процесса или основного функционального назначения объекта тесно связана с обеспечением безопасности, как собственно объекта, так и человека от различных видов угроз, которые могут возникнуть на объекте в результате его функционирования. Взаимосвязь с системами жизнеобеспечения, в этом случае позволяет эффективно и экономично выполнять функциональные задачи. Предлагается именовать такие системы - **автоматизированными системами управления функционированием, жизнеобеспечением и безопасностью объекта (АСУ ФЖБ)**.

Принципы построения подобных систем во многом определяются способом интеграции, который можно разбить на три основных уровня /5/.

1 Интеграция на проектном уровне. Объединение систем производится на этапе проектирования системы для каждого конкретного объекта. Такая работа проводится проектно-монтажными фирмами, которые именуют себя «системными интеграторами». Как правило, в этом случае, применяются разнородные подси-

Управление техническими системами

системы различных производителей. Объединение (интеграция) этих систем осуществляется путем установки оборудования управления подсистемами в общем помещении - центральном пункте управления. Взаимодействие между подсистемами осуществляется на уровне операторов подсистем, то есть без автоматизации. Очевидно, что это минимальный уровень интеграции, ему присущи известные недостатки («человеческий фактор», разнородность аппаратуры, сложность обслуживания, параллельность прокладываемых коммуникаций, отсутствие автоматизации и т.д.) и его нельзя считать в настоящее время перспективным, хотя имеется ряд фирм, которые предлагают свои готовые и проверенные проектные решения. Оптимальным подходом в этом случае, наверное, следует считать разработанную фирмой собственную проектную методологию построения систем.

2. Интеграция на программном уровне (или более точно - на программно-аппаратном уровне с приоритетом программной поддержки). В этом случае роль объединения подсистем играет программный пакет, разработанный и поставляемый как самостоятельный продукт, предназначенный для функционирования в аппаратной среде, как правило, в локальной сети стандартных ЭВМ, которая представляет собой верхний уровень ИСБ. Сопряжение с аппаратной частью подсистем нижнего уровня осуществляется с помощью программ-драйверов, разрабатываемых специально для поддержки конкретных средств других производителей. Связь с аппаратными средствами осуществляется с помощью стандартных портов ЭВМ.

Подобное построение ИСБ имеет ряд положительных сторон. Это возможность на программном уровне, используя все возможности современных компьютерных технологий, создавать высококачественные многофункциональные программные системы. Возможность интеграции с аппаратными средствами других производителей (при наличии соответствующего драйвера и соответствующих интерфейсов обмена данными в самих применяемых средствах).

С другой стороны, это порождает и определенные недостатки - необходимость разработки драйверов для каждого применяемого аппаратного средства. При этом не всегда разработчик аппаратного средства предоставляет протоколы обмена данными. Даже, если протоколы открыты и документированы, в них могут быть заложены ограниченные возможности, не позволяющие оптимальным образом обеспечить сопряжение. Кроме того, фирма разработчик программной системы, поставляя только свой программный продукт, не может в этом случае в полном объеме гарантировать работу всей системы в целом.

Интеграция на аппаратно-программном уровне. Наиболее распространенный метод построения ИСБ. В этом случае аппаратные и программные средства разрабатываются в рамках единой системы. Это позволяет достигнуть оптимальных характеристик, так как вся разработка сосредоточена, как правило, в одних руках и система как законченный продукт поставляется с полной гарантией производителя. При этом, возможно также получить оптимальные экономические показатели.

Принцип построения ИСБ «Рубеж»

В настоящее время под маркой **ИСБ «Рубеж»** существует несколько модификаций систем: «Рубеж-07-3», «Рубеж-07-4», «Рубеж-08», «Рубеж-060», представляющих собой аппаратно-программные комплексы приборов, предназначенных для создания систем обеспечения комплексной безопасности малых, средних, крупных и особо важных объектов, а также для построения сложных развитых АСУ ФЖБ для самых различных объектов. Все системы построены по единому принципу, сочетающему в себе **аппаратный** и **программный** способ интеграции, и имеют модульный принцип построения на базе адресной распределенной микропроцессорной структуры. Все системы имеют адресную модульную архитектуру, обеспечивают радиальную и древовидную топологию адресной линий связи, что позволяет с помощью специального программного обеспечения и комплекта дополнительного оборудования реализовать автоматизированную комплексную систему безопасности и жизнеобеспечения практически любого объекта.

Системы «Рубеж-07-3» и «Рубеж-07-4» выпускались с 1998 года и ими оснащены сотни объектов по всей территории России. Системы «Рубеж-08», «Рубеж-060» сочетает в себе достоинства хорошо зарекомендовавших себя систем «Рубеж-07-3» и «Рубеж-07-4» с принципиально новым объектно-ориентированным подходом к построению и управлению системой безопасности /6/. Приборы в новом исполнении обеспечивают полную поддержку на программном уровне. Новое ПО для ИСБ «Рубеж-08» полностью поддерживает работу систем «Рубеж-07-3» и «Рубеж-07-4». Также реализована аппаратная поддержка подключения к адресной линии связи новой системы всех сетевых устройств из комплекта «Рубеж-07-3» и «Рубеж-07-4».

С 2004 года системы «Рубеж-08» и «Рубеж-060» выпускаются под единой торговой маркой «Рубеж» и по единым техническим условиям.

Управление техническими системами

Основой систем «Рубеж-08» и «Рубеж-060» является блок центральный процессорный (БЦП), к которому по адресной линии связи с интерфейсом K8-485 подключаются адресные сетевые устройства (СУ) различного типа и функционального назначения.

Аппаратным способом интегрируются подсистема охранной и тревожной сигнализации, подсистема пожарной сигнализации, система контроля и управления доступом (аппаратная часть - считыватели, замки и т.д.), система контроля технологического оборудования и управления исполнительными устройствами. Аппаратный способ интеграции - на основе оборудования без участия ПЭВМ, обеспечивает максимальную надежность и быстроедействие системы.

Программным способом интегрируются система охранного телевидения (СОТ), система синхронизированной цифровой видео и аудио регистрации, система фотоидентификации, система передачи оповещений (SMS, E-mail), системы учета рабочего времени и бюро пропусков, система организации закрытых каналов связи для проведения конфиденциальных телефонных переговоров, система шумоочистки аудиоданных.

ИСБ «Рубеж» позволяет реализовать на объекте:

- систему охранной и тревожной сигнализации;
- систему пожарной сигнализации и систему управления пожаротушением и противопожарной автоматикой;
- систему контроля и управления доступом (СКУД);
- систему контроля технологического оборудования;
- систему управления исполнительными устройствами (пожаротушения, СКУД, газового, водяного, электроснабжения, электроприводов и т. п.);
- систему охранного телевидения (СОТ);
- систему синхронизированной цифровой видео и аудио регистрации;
- систему фотоидентификации;
- систему передачи оповещений (SMS, E-mail);
- систему учета рабочего времени и бюро пропусков;
- систему организации закрытых каналов связи для проведения конфиденциальных телефонных переговоров;
- систему шумоочистки аудиоданных.

2. Организация интерфейса связи с сетевыми устройствами

По принципу структуры построения ИСБ «Рубеж» представляет собой специализированную локальную вычислительную сеть (ЛВС), состоящую из ведущего устройства - БЦП, к которому подключаются сетевые устройства (СУ). В приборах «Рубеж-08» и «Рубеж-060» подключение СУ к БЦП осуществляется при помощи интерфейса RS-485. Этот интерфейс является разновидностью интерфейсов последовательной передачи данных для создания локальных сетей контроллеров управления, предназначенных для промышленного применения, и, соответственно, имеет достаточно высокую помехоустойчивость и скорость передачи данных. В качестве физической среды передачи данных используется симметричная витая пара проводов. Преимущества RS-485 заключаются в следующем:

- большая длина линии связи (1200 м без ретрансляторов);
- высокая помехоустойчивость (достигается за счет использования дифференциального сигнала, устойчивого к воздействию синфазных помех);
- низкий уровень напряжения в линии связи интерфейса (максимальная амплитуда сигнала не более 5 В).

Помехоустойчивость системы к электромагнитным помехам, возникающим в результате наличия паразитных индуктивных и емкостных связей источников помех со средой обмена, отчасти определяется степенью асимметрии (или дисбаланса) распределенных и сосредоточенных параметров линии связи относительно земли. Формирователи и приемники RS-485 встроенные в СУ сохраняют работоспособность при воздействии синфазного напряжения в диапазоне от минус 7 В до плюс 7 В (мгновенное значение).

Для связи с СУ используется пакетный протокол обмена данными. При обмене используется принцип Master-Slave. БЦП является ведущим устройством (Master) и инициирует обмен. СУ является ведомым устройством (Slave) и отвечает на запросы БЦП. В качестве формата передачи байтов используется стандартный формат NRZ. Весь обмен БЦП с СУ строится на запросах со стороны БЦП, который формирует информационный пакет, отправляет его в СУ и получает ответ. Структура пакета позволяет подключать к БЦП через один физический канал до 128 СУ. Пакеты несимметричны, т.е. заголовки пакетов из БЦП в СУ и из СУ в БЦП различаются. Целостность пакета обеспечивается использованием кода CRC.

При проектировании систем безопасности на базе «Рубеж» необходимо обратить внимание на количество СУ, подключаемых к БЦП. Время опроса одного СУ

Управление техническими системами

составляет в среднем 50-70 мс. Таким образом, период опроса всех СУ, подключенных к одной линии связи, вычисляется следующим образом:

$$T = N_{\text{СУ}} * t_{\text{СУ}},$$

где **T** – период опроса;

N_{СУ} – количество СУ, подключенных к одной линии связи БЦП;

t_{СУ} – время опроса одного СУ.

В системах, где используются терминалы управления, особенно в подсистеме контроля доступа, необходимо обеспечить реакцию БЦП на запросы пользователей в реальном времени. Как правило, величина задержки не должна превышать 1 сек. Задержка реакции БЦП определяется, прежде всего, периодом опроса СУ (т.е. можно считать задержку равной периоду опроса СУ). Легко подсчитать, что для обеспечения времени реакции БЦП в 1 сек. к каждой линии связи нужно подключать не более 20 СУ. При использовании скорости подключения СУ 19200 бод количество СУ может быть увеличено до 30. Данные ограничения не распространяются на терминалы, организованные на базе ПУО-02 (общее число СУ в линии связи с ПУО-02 может быть увеличено до 60 СУ), ПУ-02, т.к. БЦП использует с ними адаптивный алгоритм опроса.

3 Топология линии связи с СУ

В стандартном варианте интерфейс RS-485 не допускает ветвления линии связи на участках. Это обуславливается тем, что ответвления нарушают волновое сопротивление линии связи и соответственно затрудняют ее согласование. Стандартный вариант подключения СУ показан на рисунке 1.

Управление техническими системами

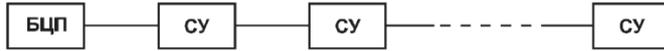


Рисунок 1 Топология линии связи с СУ

Для согласования волнового сопротивления линии связи в интерфейс необходимо включить согласующие резисторы. Резисторы должны подключаться к линии связи в двух наиболее удаленных друг от друга местах подключения СУ. Варианты включения согласующего резистора показаны на рисунке 2.

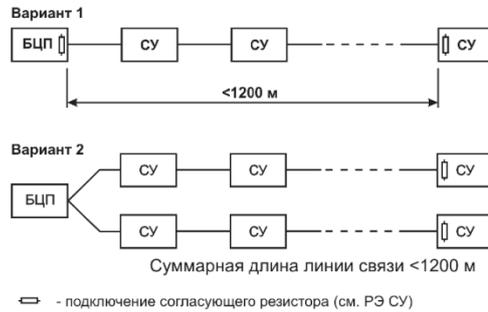


Рисунок 2 Варианты подключения согласующего резистора

Как видно из рисунка, подключение согласующего резистора во втором варианте позволяет реализовать две ветви линии связи от одного выхода RS-485 суммарной протяженностью 1200 м.

В случае необходимости увеличить линию связи с СУ применяются устройства БРЛ-03, которые позволяют обеспечить удлинение линии связи с СУ, гальваническую развязку участков линии связи, а также ветвление линии связи. Схема подключения БРЛ в линию связи приведена на рис. 3.

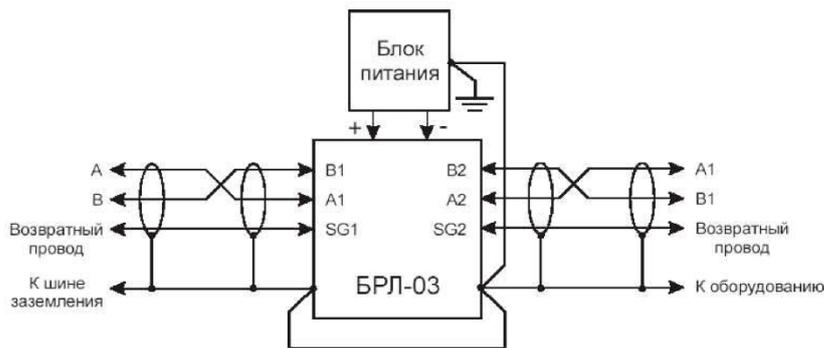


Рисунок 3 Схема подключения БРЛ в линию связи

Различные варианты применения БРЛ и подключение согласующих резисторов приведены на рисунках 4-7.

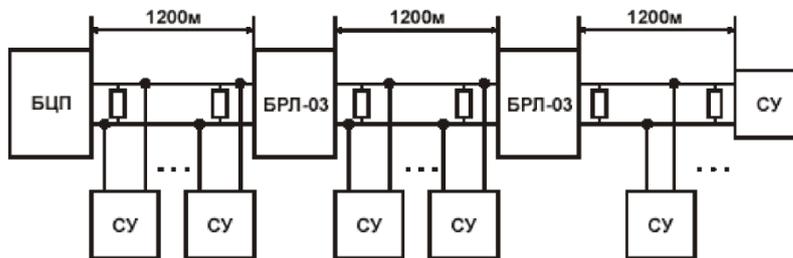


Рисунок 4 Применение БРЛ для удлинения линии связи

Управление техническими системами

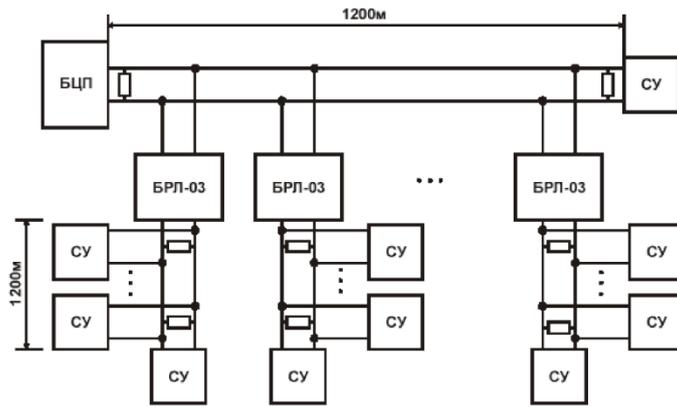


Рисунок 5 Применение БРЛ для ветвления линии с связи

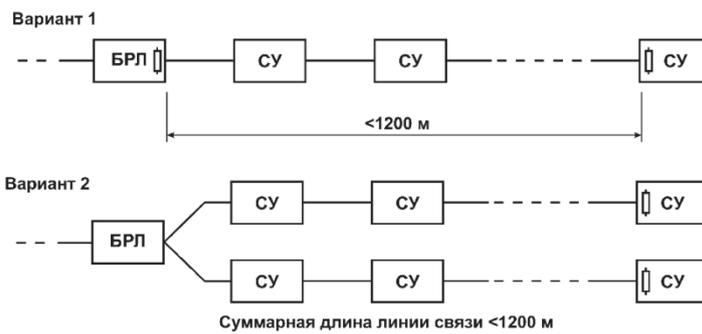


Рисунок 6 Варианты подключения СУ после БРЛ

Типовой вариант включения СУ в линию связи для многоэтажного здания показан на рисунке 7. Данный вариант включения СУ позволяет гальванически развязать линии связи с СУ между собой, а также избежать дополнительной прокладки кабеля для возврата.

Управление техническими системами

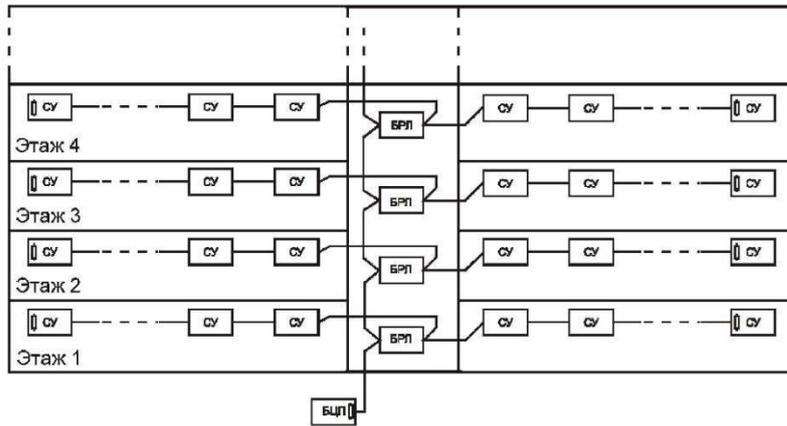


Рисунок 7 Типовой вариант включения СУ в линию связи для многоэтажного здания

Для повышения устойчивости к электромагнитным помехам рекомендуется использовать экранированную витую пару. Заземление экрана производится в одной точке, как правило, в точке заземления БЦП (рисунок 8).

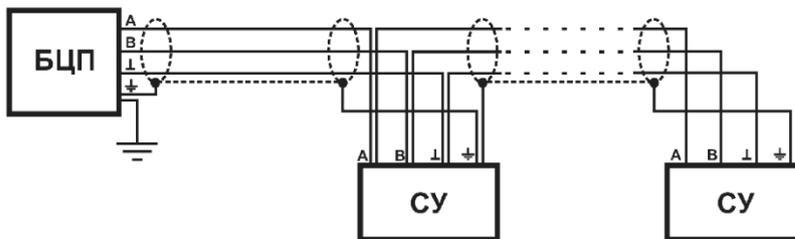


Рисунок 8 Подключение экрана линии связи с СУ

4. Организация линии связи с использованием различных физических средств передачи информации

Как уже отмечалось в данном разделе, линия связи с СУ в системе безопасности «Рубеж» реализуется с использованием интерфейса последовательной передачи данных RS-485. Данный интерфейс имеет ряд достоинств. Но иногда встает задача обеспечения связи между СУ в системе, в которой либо применение витой пары не представляется возможным (наличие сильных источников ЭМ излучения, географические, архитектурные, строительные особенности объекта, большая удаленность и т.д.), либо необходимо использовать существующие каналы связи (ЕШегпе!, ВОЛС, выделенные телефонные линии). В этом случае применяются различного рода устройства преобразования (конверторы, модемы) интерфейса К8-485 в другую физическую среду передачи данных. Соответственно необходим как минимум второй преобразователь на другой стороне канала связи.

Общие требования, предъявляемые к подобным устройствам:

Управление техническими системами

- двусторонний обмен с автоматическим определением направления передачи;
- общая задержка переключения между приемом/передачей на наиболее удаленных концах канала связи между БЦП и СУ не должна превышать 1 мс;
- скорость передачи данных не менее 9600 бит/с;
- устойчивость связи без потери данных.

4.1. Использование волоконно-оптической линии связи

На сегодняшний день линии связи на основе оптоволокна находят все большее применение. Основными достоинствами волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) являются:

- большая длина линии связи;
- устойчивостью к электромагнитным и радиочастотным помехам;
- конфиденциальность передаваемой информации;
- пожаробезопасность и отсутствие искрения;
- электрическая изоляция, т.е. изолирующие свойства оптоволоконного кабеля помогают избежать проблем, вызванных изменениями потенциала земли («земляная петля»);
- возможность передачи по одному волокну различного типа информацию от разных источников одновременно;
- высокая скорость передачи информации;
- практически не ограниченный срок службы.

Из недостатков можно отметить высокую стоимость оптоволокна и оборудования, а также необходимости специального оборудования и квалификации при работе с оптоволокном.

Из преимуществ можно обозначить наиболее явные области применения ВОЛС для передачи RS-485 в системе безопасности «Рубеж»:

- ❖ охрана удаленных объектов (при использовании ретрансляторов ВОЛС удаленность практически не ограничена);
- ❖ промышленные объекты с наличием сильного электромагнитного излучения (электростанции, электроподстанции, локаторы, радиопередающие станции, заводы различного назначения и т.д.);
- ❖ для объектов с уже существующей развитой ВОЛС.

Управление техническими системами

В качестве примера на рисунках 9-11 приведенные функциональные схемы с использованием конвертеров и репитеров фирмы IFS: конвертер D1300 и репитер D2300. С использованием репитеров можно организовать структуру типа «защищенное кольцо», позволяющая при повреждении ВОЛС на каком то участке кольца сохранить работоспособность системы. Указанные схемы пригодны для использования конвертеров и репитеров любых типов.



Рисунок 9 Использование конвертеров ВОЛС

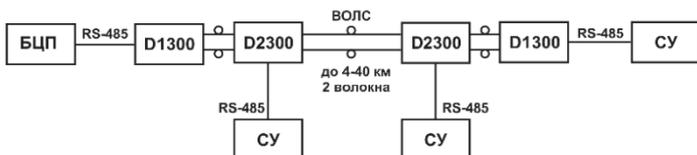


Рисунок 10 Использование репитеров ВОЛС

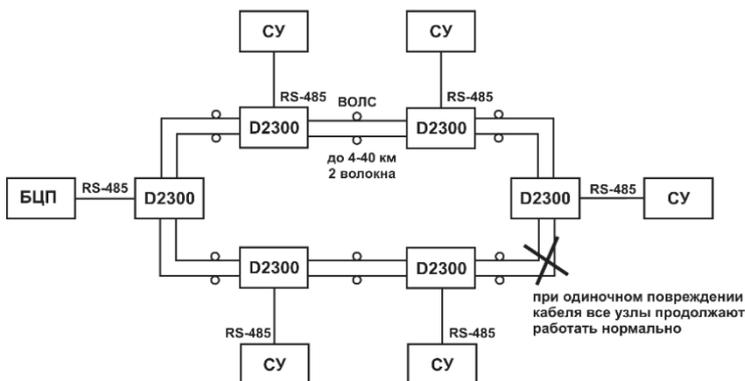


Рисунок 11 Структура организации ВОЛС типа «защищенное кольцо»

4.2 Использование радиоканала

Преимущество использования радиоканала:

- ✚ не нужно прокладывать кабели, что особенно ценно, если есть затруднения, связанные с рельефом местности (овраг, река и т.д.), климатическими условиями, дорогостоящими работами (установка столбов воздушной линии, строительные работы при прокладке под землей и т.д.);
- ✚ большая дальность действия (при использовании мощных передатчиков);
- ✚ простота установки и введения в эксплуатацию;
- ✚ электрическая изоляция интерфейса.

Управление техническими системами

Недостатки связаны с возможностью перехвата сообщений внешним приемником, возможностью постановки преднамеренной помехи. Случайные помехи в эфире так же могут влиять на стабильность передачи информации.

В качестве примера рассмотрим радиомодемы фирмы ISP DAS модели SST-900 и SST-2400(2450). Приведенные функциональные схемы пригодны для использования любых типов радиомодемов. При использовании встроенной антенны дальность связи составляет, в зависимости от модели, 200 - 300 м. При использовании внешней антенны дальность связи увеличивается до 1 км, при использовании направленной антенны до 5 км.

Стандартный вариант использования радиомодемов показан на рисунке 12.



Рисунок 12 Использование радиомодемов

У радиомодемов в приведенном примере есть возможность объединения нескольких приемопередатчиков в зоне видимости антенн. Данная возможность отражена на рисунке 13.



Рисунок 13 Использование нескольких радиомодемов

Приборы «Рубеж-060» совместно с радиомодемами «Невод-5» могут использоваться для построения радиоканальных систем охранной, тревожной, пожарной сигнализации; контроля (мониторинга) технологических

Управление техническими системами

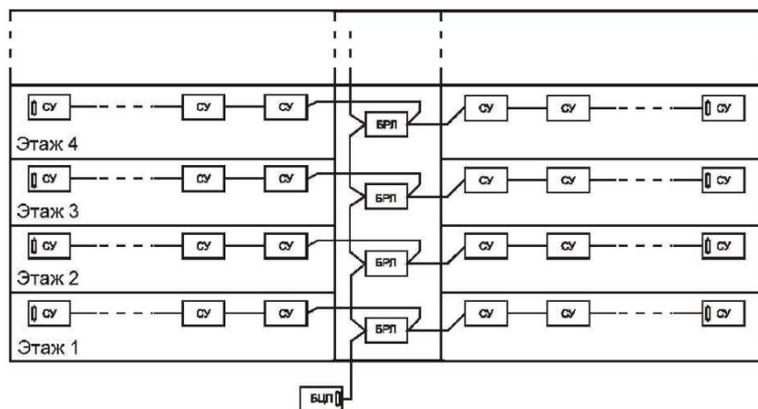


Рисунок 7 Типовой вариант включения СУ в линию связи для многоэтажного здания

Для повышения устойчивости к электромагнитным помехам рекомендуется использовать экранированную витую пару. Заземление экрана производится в одной точке, как правило, в точке заземления БЦП (рисунок 8).

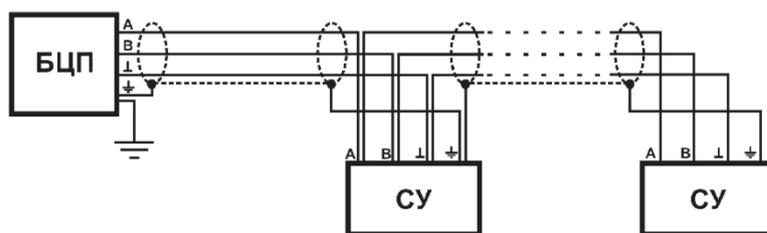


Рисунок 8 Подключение экрана линии связи с СУ

Организация линии связи с использованием различных физических средств передачи информации

Как уже отмечалось в данном разделе, линия связи с СУ в системе безопасности «Рубеж» реализуется с использованием интерфейса последовательной передачи данных RS-485. Данный интерфейс имеет ряд достоинств. Но иногда встает задача обеспечения связи между СУ в системе, в которой либо применение витой пары не представляется возможным (наличие сильных источников ЭМ излучения, географические, архитектурные, строительные особенности объекта, большая удаленность и т.д.), либо необходимо использовать существующие каналы связи (Ethernet, ВОЛС, выделенные телефонные линии). В этом случае применяются различного рода устройства преобразования (конверторы, модемы) интерфейса RS-485 в другую физическую среду передачи данных. Соответственно необходим как минимум второй преобразователь на другой стороне канала связи.

Общие требования, предъявляемые к подобным устройствам:

- двусторонний обмен с автоматическим определением направления передачи;

Управление техническими системами

- общая задержка переключения между приемом/передачей на наиболее удаленных концах канала связи между БЦП и СУ не должна превышать 1 мс;
- скорость передачи данных не менее 9600 бит/с;
- устойчивость связи без потери данных.

Использование волоконно-оптической линии связи

На сегодняшний день линии связи на основе оптоволокна находят все большее применение. Основными достоинствами волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) являются:

- большая длина линии связи;
- устойчивостью к электромагнитным и радиочастотным помехам;
- конфиденциальность передаваемой информации;
- пожаробезопасность и отсутствие искрения;
- электрическая изоляция, т.е. изолирующие свойства оптоволоконного кабеля помогают избежать проблем, вызванных изменениями потенциала земли («земляная петля»);
- возможность передачи по одному волокну различного типа информацию от разных источников одновременно;
- высокая скорость передачи информации;
- практически не ограниченный срок службы.

Из недостатков можно отметить высокую стоимость оптоволокна и оборудования, а также необходимости специального оборудования и квалификации при работе с оптоволокном.

Из преимуществ можно обозначить наиболее явные области применения ВОЛС для передачи RS-485 в системе безопасности «Рубеж»:

- ❖ охрана удаленных объектов (при использовании ретрансляторов ВОЛС удаленность практически не ограничена);
- ❖ промышленные объекты с наличием сильного электромагнитного излучения (электростанции, электроподстанции, локаторы, радиопередающие станции, заводы различного назначения и т.д.);
- ❖ для объектов с уже существующей развитой ВОЛС.

Управление техническими системами

В качестве примера на рисунках 9-11 приведенные функциональные схемы с использованием конвертеров и репитеров фирмы IFS: конвертер D1300 и репитер D2300. С использованием репитеров можно организовать структуру типа «защищенное кольцо», позволяющая при повреждении ВОЛС на каком то участке кольца сохранить работоспособность системы. Указанные схемы пригодны для использования конвертеров и репитеров любых типов.



Рисунок 9 Использование конвертеров ВОЛС

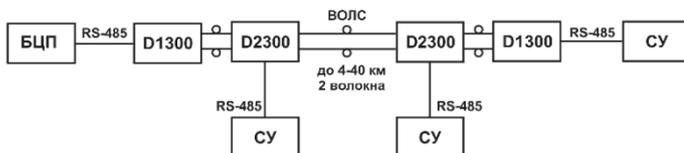


Рисунок 10 Использование репитеров ВОЛС

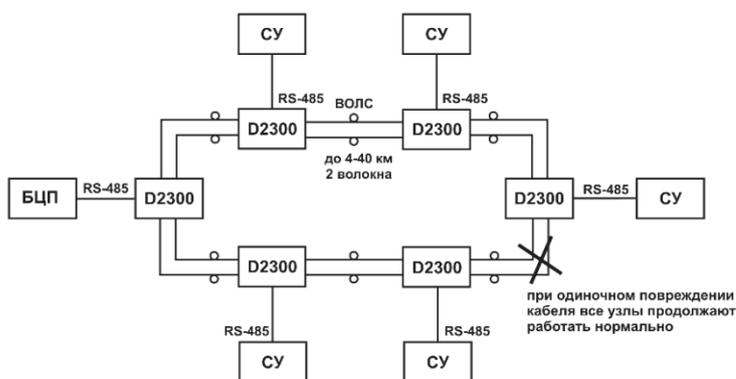


Рисунок 11 Структура организации ВОЛС типа «защищенное кольцо»

Использование радиоканала

Преимущество использования радиоканала:

- не нужно прокладывать кабели, что особенно ценно, если есть затруднения, связанные с рельефом местности (овраг, река и т.д.), климатическими условиями, дорогостоящими работами (установка столбов воздушной линии, строительные работы при прокладке под землей и т.д.);
- большая дальность действия (при использовании мощных приемопередатчиков);
- простота установки и введения в эксплуатацию;
- электрическая изоляция интерфейса.

Недостатки связаны с возможностью перехвата сообщений внешним приемником, возможностью постановки преднамеренной помехи. Случайные помехи в эфире так же могут влиять на стабильность передачи информации.

Управление техническими системами

В качестве примера рассмотрим радиомодемы фирмы ICP DAS модели SST-900 и SST-2400(2450). Приведенные функциональные схемы пригодны для использования любых типов радиомодемов. При использовании встроенной антенны дальность связи составляет, в зависимости от модели, 200 - 300 м. При использовании внешней антенны дальность связи увеличивается до 1 км, при использовании направленной антенны до 5 км.

Стандартный вариант использования радиомодемов показан на рисунке 12.



Рисунок 12 Использование радиомодемов

У радиомодемов в приведенном примере есть возможность объединения нескольких приемопередатчиков в зоне видимости антенн. Данная возможность отражена на рисунке 13.

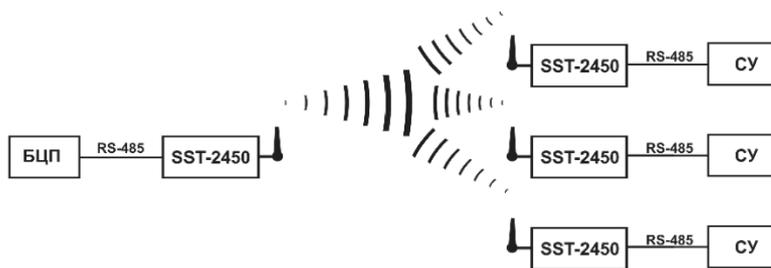


Рисунок 13 Использование нескольких радиомодемов

Приборы «Рубеж-060» совместно с радиомодемами «Невод-5» могут использоваться для построения радиоканальных систем охранной, тревожной, пожарной сигнализации; контроля (мониторинга) технологических

параметров, осуществления контроля доступа и управления системами вентиляции, дымоудаления и другого инженерного оборудования удаленных стационарных объектов с использованием радиочастоты в диапазоне $(433,92 \pm 0,2\%)$ МГц при полезном сигнале мощностью 10 мВт.

Области применения - беспроводные системы, включая:

- ❖ системы охранной и пожарной сигнализации;
- ❖ автоматизированные системы управления технологическим оборудованием;
- ❖ системы пунктов сбора (мониторинга) технологической информации удаленных объектов;
- ❖ системы пунктов передачи технологической информации.

Особенности применения:

- ✚ удаленность контролируемого объекта (до 10 км или построение расширенной сети передачи данных с помощью ретрансляторов);

Управление техническими системами

- экономическая нецелесообразность применения проводных линий связи;
- возможность работы с внешними устройствами по линии связи RS-485 и RS-232;
- организация канала приема-передачи данных в диапазоне температур (минус 40..+70) оС

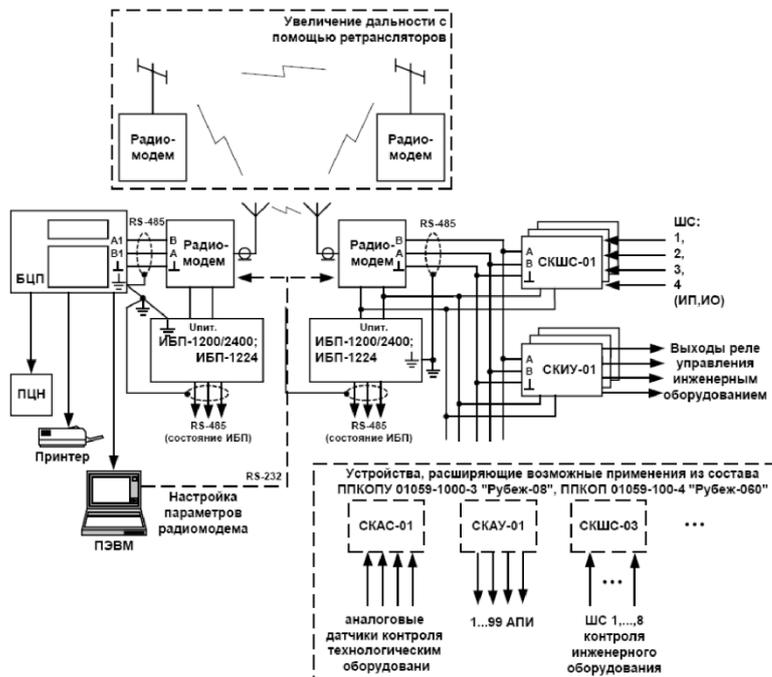


Рисунок 14 Структура ИСБ на основе аппаратуры «Рубеж» с передачей данных по радиоканалу

В типовом составе радиоканальной системы применяются БЦП исполнений 1,2,3,4 и СУ из состава ["Рубеж-08"](#). ["Рубеж-060"](#) со специальной прошивкой. В вариантах БЦП исполнений 3 и 4 предусмотрен встроенный ББП. Для обеспечения питания применяются - [ИБП-1200/2400](#) или [ИБП-1224](#). В качестве устройств радиоканала применены радиомодемы "Невод- 5" с комплектом антенн. Радиомодем "Невод-5", в зависимости от применяемых антенн обеспечивает следующие дальности приема-передачи (без ретрансляторов):

- до 2.. .3 км (в городских условиях);
- до 5.7 км с направленными антеннами в условиях прямой видимости (возможно увеличение до 10 км);

Протяженность линии связи К8-485 (БЦП, СУ и радиомодема) - 1200 м.

Максимальная скорость передачи данных по К8-485 (при работе с радиомодемом) - 9600 бит/с

Управление техническими системами

Типовой состав радиоканальной системы:

- [БТПП](#) - является центральным устройством с точки зрения сбора данных и выдачи управляющих сигналов;
- [СКШС-01](#) - обеспечивает опрос ИП, ИО и передачу данных о состоянии в БЦП;
- [СКИУ-01](#) - обеспечивает выдачу сигнала управления на ИУ посредством релейных выходов;
- [ИБП](#) - обеспечивает питание всех устройств (если БЦП не содержит встроенного БП).

В дополнении к типовому составу радиоканальной системы возможно применение устройств, расширяющих возможности применения включая:

- ✚ [СКАС-01](#) - обеспечивает опрос и передачу данных от технологических датчиков с аналоговым выходом по току или напряжению по ГОСТ 26.011-80;
- ✚ [СКАУ-01](#) - позволяет подключать и обеспечивает работу с адресно-аналоговыми ИП;
- ✚ [БРЛ-03](#) - позволяет увеличения протяженности линии связи с СУ(RS-485).

По согласованию с заказчиком возможна поставка вариантов устройств указанных выше, а также из состава ППКОП, модифицированных для работы по радиоканалу (специальная версия прошивки).

Использование локальной вычислительной сети (ЛВС) стандарта Ethernet

На сегодняшний день локальные вычислительные сети (ЛВС) стандарта Ethernet получили широкое распространение. В связи с этим все чаще встает вопрос о возможности использования ЛВС для передачи данных в системе безопасности. Данное решение несет ряд преимуществ, среди них:

- не нужно прокладывать дополнительные кабели ЛС с СУ на объекте;
- наращивание системы и подключение дополнительного оборудования не составляет большого труда;
- работа в рамках корпоративной сети позволяет подключать удаленные объекты в общую сеть безопасности;
- электрическая изоляция интерфейса.

Среди недостатков следует отметить:

- зависимость надежности системы безопасности от стабильности функционирования элементов ЛВС;

Управление техническими системами

- возможность перехвата пакетов обмена СУ системы безопасности в рамках ЛВС;
- настройка конвертеров через ПЭВМ.

Для более стабильной работы конвертеров рекомендуется использовать маршрутизацию пакетов в сети по IP адресам. Это позволит исключить влияние загруженности ЛВС на обмен информацией в рамках СБ, а также позволит сделать обмен более защищенным с точки зрения перехвата информации.

Стандартный вариант использования конвертеров показан на рисунке 12.

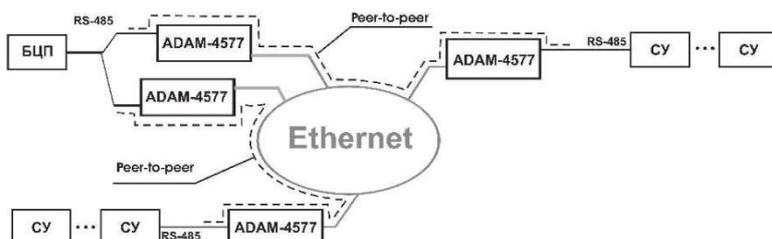


Рисунок 15 Передача RS-485 с использованием Ethernet

5 Удаленное подключение БЦП к ПЭВМ

Стандартный (через RS-232) вариант подключения не позволяет удалить БЦП от ПЭВМ более чем на 15 м. Для обеспечения возможности удаленного подключения БЦП используют преобразование RS-232 в интерфейсы позволяющие обеспечить большую дальность. Одним из таких интерфейсов является RS-422, он позволяет удлинять линию связи БЦП с ПЭВМ до 1200 м. В качестве преобразователя можно использовать блок ПИ-01. Следует учитывать, что в БЦП «Рубеж-060» интерфейс RS-422 уже встроен и применение ПИ-01 со стороны БЦП не требуется. На рисунке 15 приведены варианты подключения БЦП к ПЭВМ посредством интерфейсов RS232 и RS-422. Более широкие возможности дает использование подключения БЦП к ПЭВМ с помощью ЛВС стандарта Ethernet.

Управление техническими системами

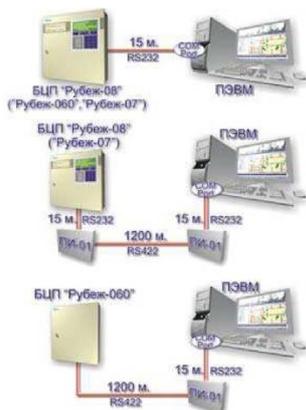


Рисунок 16 Схемы подключения БЦП к ПЭВМ

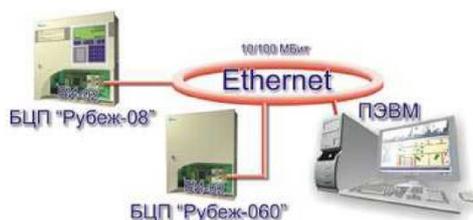


Рисунок 17 Подключение БЦП к ПЭВМ с помощью ЛВС стандарта Ethernet

Подключение БЦП к ПЭВМ с использованием ЛВС стандарта Ethernet возможно двумя способами:

- 1) подключение с использованием стандартных конвертеров RS- 232/Ethernet;
- 2) подключение через БИ-02.

В первом варианте конвертер подключается к БЦП по RS-232. На ПЭВМ при помощи специального ПО (прилагается к конвертеру) конфигурируется дополнительный СОМ-порт, физически реализованный через конвертер. Для ПО «Рубеж-08» в этом случае БЦП подключается по RS- 232 и имеет «прозрачный» канал связи. Данный вариант имеет смысл применять для БЦП «Рубеж-07» и для БЦП «Рубеж-08» («Рубеж-060») со старыми версиями плат, где нельзя подключить БИ-02.

Во втором варианте БЦП «Рубеж-08» (БЦП «Рубеж-060») подключается к Ethernet при помощи БИ-02, а на ПО «Рубеж-08» настраивается IP адрес соответствующего БЦП. Кроме того, данный вариант можно дублировать соединением через СОМ порт (запасной вариант соединения, на случай отсутствия соединения через IP).

Лекция

по теме 2.1.2. Возможности, характеристики и ПО ИСБ

ВОПРОСЫ

1. Возможности и характеристики ИСБ: "Рубеж-07-3", "Рубеж-07-4", "Рубеж-08", "Рубеж-060", ППКОП "Р-020".
2. Программное обеспечение ИСБ и ее модулей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крахмалев А.К. Интегрированная система безопасности "Рубеж": Учебное пособие. М.: 2007. – 244 с. (с. 33-69).

1. **Возможности и характеристики ИСБ: "Рубеж-07-3", "Рубеж-07-4", "Рубеж-08", "Рубеж-060", ППКОП "Р-020"**

1.1 ИСБ «Рубеж-07-3»

ИСБ «Рубеж-07-3» реализует аппаратно-программное объединение подсистем охранной, пожарной сигнализации, контроля и управления доступом, системы телевизионного наблюдения. Имеет адресно-радиальную структуру построения. Обеспечивает возможность работы и программирования без компьютера, и возможность объединения в локальную сеть с управлением от ЭВМ и наращивания разветвленной структуры /7/.

«Рубеж 07-3» имеет модульную архитектуру, а все периферийные элементы унифицированы. Это позволяет создавать системы, оптимальные по критерию стоимость/эффективность, а также реализовать построение ИСБ путем поэтапного наращивания системы по принципу от простого к сложному.

Основным элементом системы служит блок центральный процессорный (БЦП). Это мощный контроллер, обеспечивающий построение различных вариантов систем, на базе небольшого количества типов периферийных элементов (адресных линейных блоков, сетевых контроллеров управления доступом, адресных релейных блоков). Использование БЦП позволяет исключить ПЭВМ из управления, что позволяет обеспечить высокую надежность, помехоустойчивость и живучесть системы. В ИСБ «Рубеж-073» ПЭВМ используется как дополнительный элемент, обеспечивающий удобство работы с системой, а также реализацию программного способа интеграции. Структурная схема БЦП приведена на рисунке 17, внешний вид на рисунке 18, основные технические характеристики - в таблице 1. К БЦП подключаются периферийные блоки следующего состава:

Блоки линейные адресные **ЛБ-06**, **ЛБ-06К** предназначены для приема сигналов от извещателей с нормально-замкнутыми контактами, контроля исправности шлейфа сигнализации с автоматическим выявлением короткого замыкания или шунтирования, передачи информации о состоянии ШС в БЦП;

Блок линейный адресный **ЛБ-07** предназначен для приема сигналов от автоматических и ручных пожарных извещателей с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, от активных пожарных и охранных извещателей

Управление техническими системами

с бесконтактным выходом по двухпроводным шлейфам сигнализации (ШС), для контроля исправности ШС с автоматическим выявлением обрыва или короткого замыкания, для передачи информации о состоянии ШС в БЦП;

Блок релейный **БР-02-4** предназначен для приема управляющих сигналов от БЦП через БУР и управления исполнительными устройствами с помощью четырех выходных реле с контактами на переключение, обеспечивает гальваническую развязку входов с выходами управления;

Блок релейный адресный **БРА-03-4** предназначен для приема управляющих сигналов от БЦП по интерфейсу RS-485 и управления исполнительными устройствами с помощью четырех выходных реле с контактами на переключение, обеспечивает гальваническую развязку входов с выходами управления

Контроллер сетевой **СК-01** является средством контроля и управления доступом, а также устройством дистанционной постановки на охрану и снятия с охраны и предназначен для непрерывного двухстороннего обмена данными с БЦП, идентификации кода с устройства считывания кода и передачи его в БЦП, обеспечения управления исполнительным устройством в сетевом и автономном режиме. СК предназначен для совместной работы с устройствами считывания кода (УСК) производства фирм Motorola, HID, ПЭРКо или других производителей с протоколом обмена Wiegand 26. К одному СК можно подключить до двух УСК или один УСК с устройством постановки/снятия.

Сетевой контроллер шлейфов сигнализации **СКШС-03-4-7** предназначен для приема электрических сигналов обратной связи от устройств пожарной автоматики (оборудование противодымной защиты, насосы, запорная арматура и др.), имеющих выход в виде нормально-разомкнутых или нормально-замкнутых контактов, по четырем шлейфам сигнализации (ШС) с гальванической развязкой; контроля исправности шлейфов сигнализации с автоматическим выявлением обрыва или короткого замыкания, передачи информации о состоянии контактов оборудования в БЦП;

Блок ретранслятора линейный **БРЛ-01** предназначен для:

- увеличения максимально допустимой длины линии связи адресных линейных блоков с БЦП;
- развязки отдельных участков линии связи;
- уменьшения влияния погонной емкости проводов линии связи на информационный сигнал.

01

Устройство постановки/снятия представляет собой клавиатуру с двумя кнопками и выходным интерфейсом совместимым со считывателем УСК с протоколом обмена Wiegand 26. Предназначено для подключения к СК-01 вместо УСК для реализации упрощенной функции постановки/снятия.

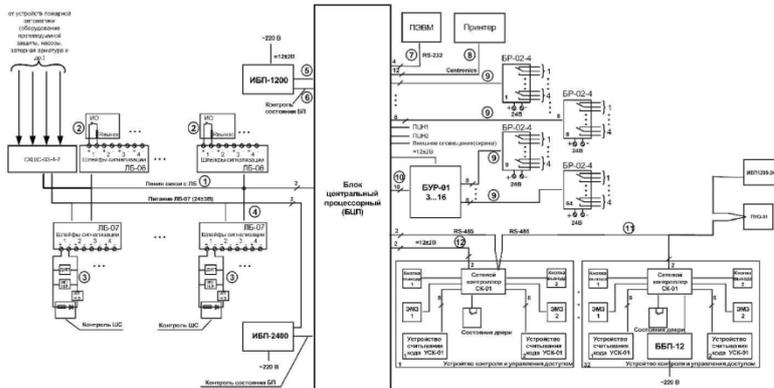


Рисунок 18 Структурная схема БЦП «Рубеж-07-3»

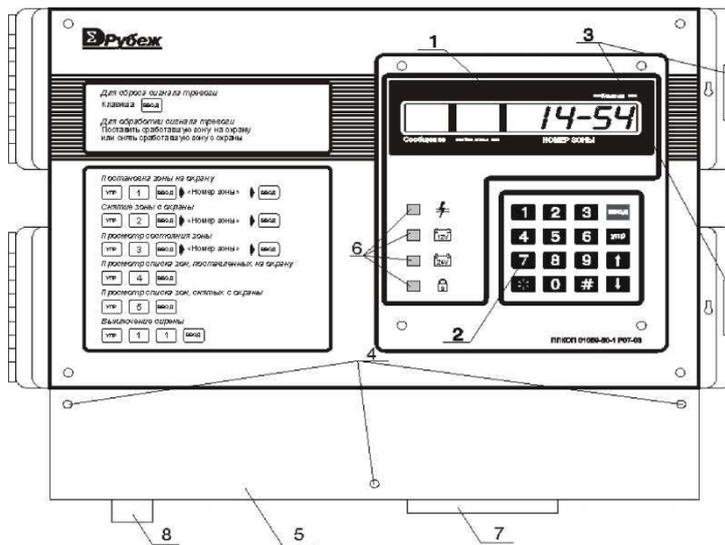


Рисунок 19 Внешний вид БЦП «рубеж-07-3»

Основные возможности ИСБ «Рубеж-07-3»

- Контроль до 255 шлейфов сигнализации по 2-проводной линии связи.
- Независимая постановка на охрану и снятие с охраны каждой охраняемой зоны.
- Возможность постановки на охрану и снятия с охраны группы зон, разделов.
- Постановка на охрану и снятие с выносных пультов управления.
- Контроль шлейфов пожарных извещателей всех типов.
- Контроль и управление доступом в 64 помещения.

Управление техническими системами

- Организация работы тамбур-шлюзов.
- Управление от 1 до 160 внешними исполнительными устройствами.
- Постоянный контроль линий связи и шлейфов сигнализации.
- Встроенный язык макропрограммирования.
- Документирование событий на принтере.
- Подключение к ПЭВМ: графическое отображение состояния охраняемого объекта, управление системой, организация удаленных АРМ.
- Расширенные возможности ПО видеоподсистемы: детекторы движения, цифровая видеозапись, передача видео на удаленные АРМ.
- Объединение до 32 приборов «Рубеж-07-3» в сеть (через ПЭВМ).
- Создание распределенных систем с объединением до 128 приборов «Рубеж-07-3».

Удачное сочетание высоких технических характеристик, простоты и надежности в эксплуатации с модульностью конструкции и широкими возможностями программного обеспечения позволяют на базе аппаратно-программного комплекса «Рубеж» строить не только интегрированные системы безопасности, но и системы более высокого уровня, так называемые, системы жизнеобеспечения объекта или автоматизированные системы управлениями технологическими процессами (АСУ ТП). Структурная схема ИСБ на основе «Рубеж-07-3» приведена на рисунке 19.

Таблица 1 Основные технические характеристики БЦП «Рубеж-07-3»

Управление техническими системами

Характеристика	Значение
Питание БЦП - источник постоянного тока напряжением, В	10,2...14,4
Ток, потребляемый БЦП, А, не более	0,5
Максимальное число адресных линейных блоков, подключаемых к БЦП, шт.	64
Максимальная протяженность линии связи БЦП с адресными линейными блоками, м	1000
Максимальная суммарная электрическая емкость кабеля линии связи с адресными линейными блоками, нФ	50
Число каналов передачи сигнала на ПЦН:	
основных	2
дополнительно программируемых	160
Выходные характеристики реле ПЦН: - коммутация напряжения постоянного тока при токе 50 мА, В	100
Выходные характеристики реле ПЦН: - коммутация напряжения переменного тока при токе 50 мА, В	127
Выходные характеристики реле управления внешними оповещателями (сиреной и т. п.): - коммутация напряжения постоянного тока при токе 50 мА, В	36
Выходные характеристики реле управления внешними оповещателями (сиреной и т. п.): - коммутация напряжения переменного тока при токе 50 мА, В	100
Максимальное число сетевых устройств (СК-01, БРА-03-4, ПУО-01, ИБП-1200/2400), подключаемых к БЦП, шт.	32
Максимальная протяженность линии связи БЦП с сетевыми устройствами (СК-01, БРА-03-4, ПУО-01, ИБП-1200, ИБП-2400), м	1200
Максимальное число блоков релейных БР-02-4, подключаемых к одному блоку управления реле БУР-01, шт.	4
Максимальное число блоков управления реле БУР-01, устанавливаемых в корпус БЦП, шт.	2
Максимальное число блоков управления реле БУР-01, подключаемых к БЦП, шт.	16
Максимальная протяженность линии связи БЦП с БР-02-4, м	1000
Максимальное сопротивление линии связи БЦП с БР-02-4, Ом	500
Максимальная протяженность линии связи БЦП с ПЭВМ, м	15
Максимальная протяженность линии связи БЦП с ПЭВМ с преобразователем RS-232-RS-422, м	1200
Максимальная длина кабеля связи БЦП с принтером, м	1,8
Габаритные размеры БЦП, мм, не более	390 x 326 x 160
Масса БЦП, кг, не более	5
Число каналов передачи сигнала на ПЦН: -основных	2
Число каналов передачи сигнала на ПЦН: - дополнительно программируемых	160

Управление техническими системами

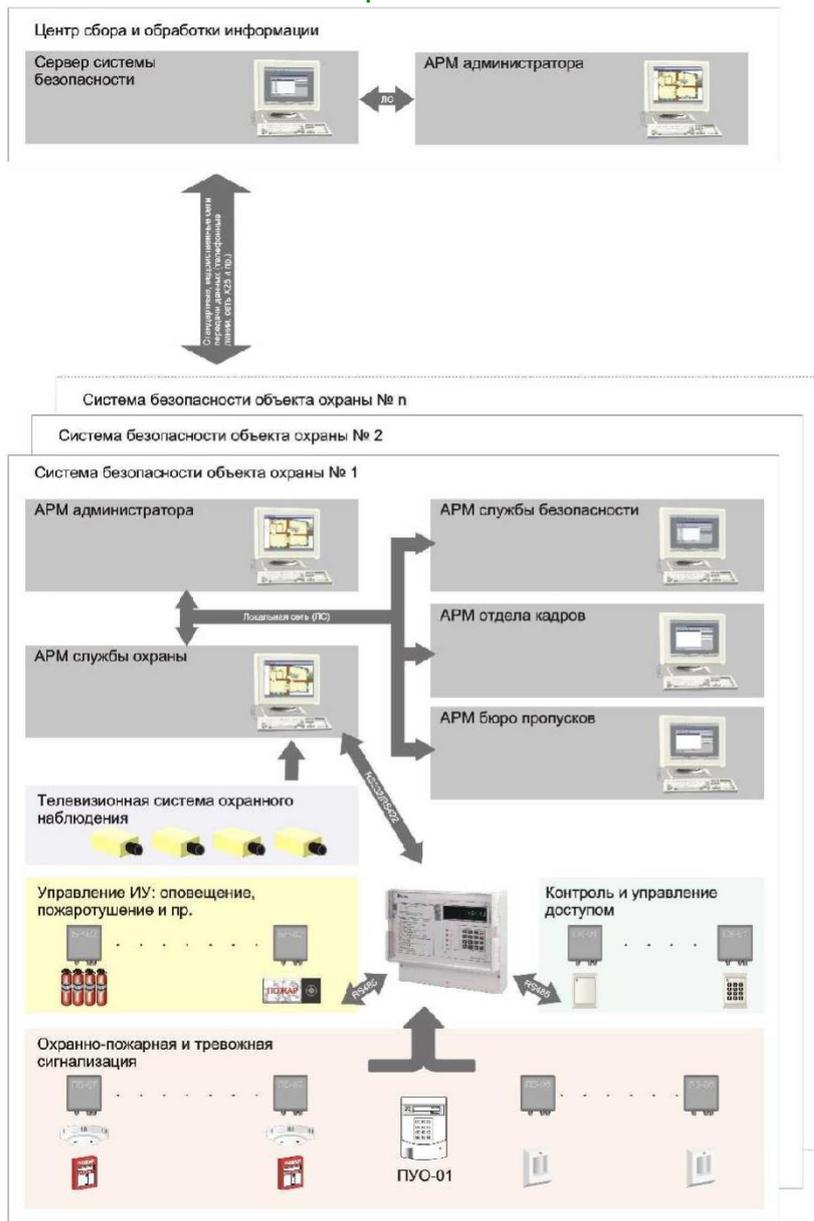


Рисунок 20 ИСБ на основе аппаратуры «Рубеж-07-3»

1.2. ИСБ «Рубеж-07-4»

ИСБ - «Рубеж-07-4» отличается от предыдущей, тем, что в ее состав были добавлены дополнительные блоки, расширяющие возможности системы /8/.

Блок питания **ИБП 1200/2400** - «интеллектуальный» блок питания, обеспечивающий автоматический заряд и контроль аккумуляторной батареи и обеспечивающий передачу данных о собственных параметрах и неисправностях по линии связи в БЦП.

Пульт управления объектовый **ПУО-01** - представляет собой выносной терминал управления системой, содержит клавиатуру и двухстрочный ЖКИ-дисплей, позволяет обеспечить дистанционную постановку и снятие с охраны, контроль и управление доступом.

Управление техническими системами

Блок ретрансляции линейный **БРЛ-01** - позволяет увеличить длину линии связи.

Пульт ручного управления шлюзом **ПУ-01** - дополнительное устройство для удобства управления средствами контроля доступа на проходных.

Комплект оборудования для управления тамбур-шлюзом, который позволяет реализовать алгоритм работы шлюза. В качестве аппаратных средств обслуживающих работу шлюза используются следующие компоненты прибора: СК-01 в исполнении «шлюз-мастер» (СК-01-ШМ); СК-01 в исполнении «шлюз-ведомый» (СК-01-ШВ); Пульт ручного управления шлюзом (ПУ-01).

1.3. ИСБ «Рубеж-08»

Следующим этапом в совершенствовании интегрированных систем безопасности, которые предлагает «Сигма - ИС», служит новая разработка - прибор приемно-контрольный охранно-пожарный с элементами телевизионного наблюдения, управления оборудованием контроля доступа и жизнеобеспечения «Рубеж-08» /9/. Он предназначен для создания систем комплексной безопасности и автоматического (автоматизированного) управления жизнеобеспечением средних, крупных и особо важных объектов и многообъектовых комплексов. Многообъектовые комплексы строятся с использованием специального программного обеспечения, которое является сетевым и обеспечивает возможность создания неограниченного числа автоматизированных рабочих мест (АРМ) и автоматизированной процедуры поддержки принятия оперативных решений.

Принцип построения систем на базе прибора «Рубеж-08» сохранил преемственность с предыдущей разработкой. По-прежнему, основу системы составляет центральный процессорный блок (БЦП), который может обеспечить автономное управление всей системой даже без присутствия ЭВМ или при нарушении связи и неисправности компьютера. Новый БЦП имеет ряд особенностей, основные из которых:

- восемь встроенных радиальных шлейфов сигнализации;
- четыре встроенных релейных выхода исполнительных устройств.
- две адресные линии, которые позволяют подключать до 256 адресных устройств;
- ЖКИ дисплей, обеспечивающий высокую информативность сообщений;
- встроенный блок питания с резервным аккумулятором;

Управление техническими системами

БЦП также имеет в своём составе интерфейс для подключения ПЭВМ (RS232), интерфейс для объединения блоков в сеть (RS485), интерфейс для подключения принтера (СепГлошх). ЖКИ дисплей обеспечивает значительно более удобное управление прибором, позволяет выводить информацию в виде текстовых сообщений, вводить команды с помощью системы меню. Имеется возможность выбора языка интерфейса.

Наличие двух адресных линий для подключения периферийных блоков позволяет более гибко строить архитектуру системы. В качестве интерфейса адресных линий выбран интерфейс RS485, который обладает хорошей помехоустойчивостью, обеспечивает высокую скорость обмена данными и позволяет использовать стандартные схемы подключения всех периферийных сетевых устройств. Структурная схема ИСБ «Рубеж-08» приведена на рисунке 20.

«Рубеж-08» имеет новый состав периферийных адресных сетевых блоков, однако при этом обеспечивается возможность подключения и старых блоков из состава системы «Рубеж-07-3» с помощью специального переходного модуля.

По принципу построения система «Рубеж-08» является совокупностью адресных, распределённых аппаратно-программных элементов. Этот принцип позволяет реализовать аппаратно-программный способ интеграции. При этом элементы системы образуют иерархическую, модульную, распределённую аппаратно-программную структуру, обеспечивающую реализацию различных топологий линий связи: радиальной, кольцевой древовидной. Помимо этого обеспечивается работа каждого элемента, как в составе прибора, так и автономно.

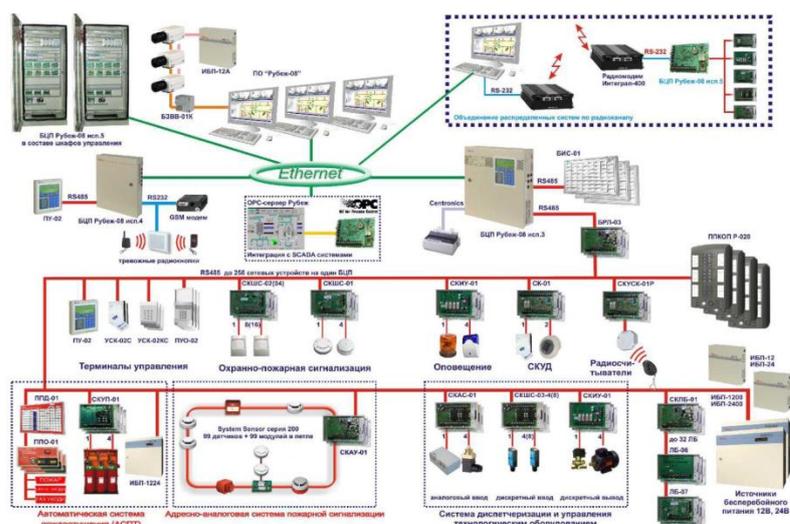


Рисунок 21 Структурная схема ИСБ «Рубеж-08»

Элементы системы являются «интеллектуальными» за счет наличия в них достаточно мощных микропроцессоров. Работа каждого элемента определяется

Управление техническими системами

встроенным программным обеспечением, а также загружаемыми извне программами, обеспечивающими автоматическую реализацию различных алгоритмов функционирования каждого блока и системы в целом. Кроме того, блоки имеют встроенные алгоритмы (функции) диагностики работоспособности, а также внешних параметров функционирования (потребляемых токов, входных напряжений, сопротивлений линий связи и др.)

Алгоритмы функционирования каждого элемента представляют собой распределенную во времени и пространстве последовательность:

- приёма входных сигналов (воздействий, информации и т.п.);
- процедур обработки сигналов;
- выработки и реализации выходных сигналов;
- двухстороннего обмена данными и фрагментами алгоритмов с другими элементами.

Программное обеспечение системы «Рубеж-08» создано на основе многоуровневой модульной функциональной модели. Оно включает ядро и набор модулей, поддерживающих работу объектов и сервисные функции. Модули запускаются на любом компьютере и связываются с ядром средствами сети TCP/IP, обеспечивая работу оборудования там, где это необходимо и предоставляя возможность управления и мониторинга в любом другом месте. Такое построение позволяет просто и быстро расширять функции прибора за счет добавления новых модулей, поддерживающих новое оборудование или новые сервисные функции без переделки уже существующих модулей, обновлять модули, реализуя новые функции в уже работающей системе /10/.

При этом предусмотрена возможность устанавливать систему при наличии уже имеющегося оборудования и расширять ее функции за счет добавления нового оборудования при минимальных затратах.

Подобная структура аппаратных и программных средств позволит решать задачи охраны объектов любой сложности и любого масштаба. Для этого в систему «Рубеж-08» заложены также еще и следующие возможности:

- определение произвольного объема оборудования, поддерживаемого прибором;
- определение любого необходимого количества рабочих мест в системе, в том числе и удаленных, работающих в едином комплексе;
- управление с одного рабочего места средствами охраны нескольких объектов;

Управление техническими системами

- установка выделенных компьютеров для служебных функций (концентраторы видеоканалов и т.п.), не имеющих интерфейса оператора.

Управление в системе осуществляется по событиям. На любой набор событий может быть определён любой набор действий. При этом с помощью встроенного специального языка программирования может быть определена сколь угодно сложная реакция на события и состояния объекта.

Дополнительные модули программного обеспечения обеспечивают:

- создание и отображение планов помещений и территорий с размещёнными на них пиктограммами, отражающими размещение оборудования, подключенного к системе, и состояние этого оборудования;
- выдачу отчётов по обстановке на объекте руководству службы безопасности и администрации (отчёты по статистике сбоев и о событиях за любые периоды по всем подсистемам).

Видеоподсистема и её программное обеспечение обеспечивают многоканальный (до 64 каналов на одном компьютере) ввод и последующую обработку предварительно оцифрованного видеоизображения. Обработка включает в себя реализацию следующих функций:

- цифрового многоканального видеодетектора движений;
- виртуального видеомagneтофона и цифровой видеозаписи на внутренние и внешние накопители, а также архивирование видеоданных;
- полиэкранное отображение видеоинформации на дисплее компьютера с реализацией функций цифрового увеличения и вывода дополнительной информации;
- сжатия информации и цифрового улучшения качества изображений;
- экспорта и печати видеоинформации.

Аппаратные средства и программное обеспечение системы «Рубеж-08» позволят объединять в единый, тесно интегрированный комплекс, различные подсистемы, решающие задачи во всех сферах обеспечения безопасности и жизнедеятельности объектов - охрана объектов и противопожарная безопасность, контроль доступа, видеоконтроль, автоматизация управления различными технологическими системами и т.д.

Широкие возможности, заложенные в центральном процессорном блоке, в других адресных блоках системы, а также в специальном программном обеспечении системы, позволяют произвольным образом программировать взаимодействие входных и выходных сигналов, и тем самым построить необходимый алгоритм

Управление техническими системами

управления. Распределенный «интеллект», возможность работать без ЭВМ, обеспечивает надежность и живучесть системы. Новые функциональные и сервисные возможности системы «Рубеж-08» позволят строить высокоэффективные интегрированные системы безопасности, а также реализовать автоматизированную комплексную систему безопасности и жизнеобеспечения объекта, в состав которой входят: охранно-пожарная и тревожная сигнализация, система контроля и управления доступом (СКУД), система охранного телевидения, система контроля технологического оборудования, система управления исполнительными устройствами (пожаротушения, СКУД, газового, водо, электроснабжения, электроприводов и т. п.), система синхронизированной цифровой видео и аудио регистрации, система фотоидентификации, система передачи оповещений (SMS, E-mail), системы учета рабочего времени и бюро пропусков, а также система организации закрытых каналов связи для проведения конфиденциальных телефонных переговоров.

ИСБ «Рубеж-08» имеет следующие особенности:

- Полный набор подсистем с развитыми возможностями: охранная сигнализация, тревожная сигнализация, пожарная сигнализация, технологическая сигнализация, контроль и управление доступом, управление исполнительными устройствами и др.;
- Высокая надежность и долговечность системы за счет аппаратной интеграция подсистем на уровне оборудования и независимость работы от компьютера. Поверхностный монтаж плат на импортной автоматической линии последнего поколения. Компьютерная диагностика электронных компонентов, готовых плат и самих изделий. Использование современной сертифицированной элементной базы.
- Внутренняя архитектура, позволяющая с максимальной эффективностью использовать большую информационную емкость прибора (произвольное соотношение контролируемых и управляемых технических средств разных типов).
- Расширенный двух сторонний протокол обмена информации между БЦП и сетевыми устройствами.
- Повышенная имитостойкость и защита системы от несанкционированного доступа за счет разграничения прав пользователей.
- Повышенная помехозащищенность, 3 класс степени жесткости по ГОСТ Р 50009
- Высокая гибкость при конфигурировании системы, благодаря встроенному языку программирования «Рубеж Скрипт» второго поколения

Управление техническими системами

- Современный дружественный интерфейс оператора, позволяющий выдавать сообщения на дисплей БЦП в терминах объекта охраны, с указанием названий помещений. Мультиязычная поддержка, возможность настройки интерфейса оператора на различных языках.
- Совершенная система разграничения полномочий операторов и пользователей системы (глубина назначения разрешений вплоть до конкретного действия в контролируемой зоне объекта в заданное время).
- Два энергонезависимых журнала событий: для всех событий и отдельно только для тревожных событий. Такой подход позволяет избежать быстрого «вытеснения» большим количеством информационных сообщений из электронного журнала зарегистрированных тревожных событий.
- Широкая номенклатура поддерживаемых сетевых устройств, подключаемых к линиям связи прибора. Четыре варианта исполнения БЦП, в том числе с встроенным блоком бесперебойного питания. БЦП исп.4 имеет уменьшенную информационную емкость (512) и не имеет встроенной консоли управления.
- Исполнение всех сетевых устройств в конструктивах IP20 и IP65.
- Прикладное ПО для конфигурирования и администрирования поставляется бесплатно.
- ПО для организации АРМ различных служб системы безопасности (ПО Рубеж-08).
- Возможность автоматического управления взятием / снятием: по временному расписанию, по состоянию ведущих (контрольных) зон, по заданным внешним событиям.
- Организация точек доступа с проходом по двум признакам: карта + ПИН-код.
- Организация точек доступа с проходом по предъявлению двух идентификаторов (правило двух рук) - реализуется с помощью Рубеж Скрипт.
- Контроль правил прохода: запрет повторного прохода, контроль последовательности прохода зон.
- Дополнительные критерии проверки при проходе через точку доступа (металлодетектор, детектор взрывчатых веществ и т.п.).
- Управление постановкой/снятием с помощью оборудования системы контроля доступа.
- Организация тамбур-шлюзов.
- Подключение дополнительного шлюзового оборудования (весовая платформа, металлодетектор и т.д.).

Управление техническими системами

Основные функциональные и технические характеристики интегрированной системы безопасности «Рубеж-08» приведены в таблице 2.

Таблица 2 Основные функциональные и технические характеристики ИСБ «Рубеж-08»

Характеристика	Значение
Информационная емкость	1000
Количество сетевых устройств (адресных блоков), подключаемых к линиям связи	256
Количество выходов на ПЦН в БЦП	4
в каждом СКИУ-01 (всего до 256 СКИУ-01 на 1 БЦП)	4
Количество силовых релейных выходов на исполнительные устройства в БЦП	4
в каждом СКИУ-01 (всего до 256 СКИУ-01 на 1 БЦП)	4
Количество зон (разделов)	1000
Количество устройств для локального управления взятием/снятием	До 256
Количество пользователей в системе	5000
Количество уровней доступа	250
Количество временных зон	250
Емкость электронного журнала в БЦП, количество событий	4000
Наличие отдельного журнала тревог	+
Возможность автономной работы БЦП без ПЭВМ	+
Использование извещателей с питанием по ШС: пожарных	+

Характеристика	Значение
охранных	+
Время реакции на нарушение в ШС, программируемое для БЦП, в мс	50 – 70 300 – 400
Возможность работы с системами передачи извещений с ВЧ уплотнением	+
Возможность конфигурирования охраняемых зон / разделов непосредственно на объекте	+
Информационная защита протокола связи с помощью специальных методов (имитостойкость протокола)	+
Контроль отключения «своего» и включения «чужого» компонента с аналогичными характеристиками (имитостойкость компонентов)	+
Возможность работы с системой речевого оповещения	+
Наличие блоков выносных индикаторов с памятью тревог (БИС-01)	+
Максимальная длина линии связи, м	1200 (12000 с репитерами)
Напряжение, ток питания извещателей в ШС в состоянии НОРМА, В/мА:	
охранный ШС	12/3
пожарный ШС (знакопеременное напряжение)	24/7
Величина степени жесткости по ГОСТ Р 50009-92	3
Наработка на отказ, тыс. ч	20
Функции охранной сигнализации	+
Взятие / снятие с охраны:	
из охраняемой зоны;	+
с пульта управления	+
со считывателя	+
с компьютера	+
Возможность автоматического управления процессом взятия / снятия (по ведущим зонам, внешним событиям, временному расписанию и т.п.)	+
Функции пожарной сигнализации	+
Работа с адресными извещателями	+

Управление техническими системами

Определение числа сработавших пожарных извещателей в ШС (режим «Внимание»)	+
Разблокирование заданных точек доступа при пожаре	+
Функции контроля доступа	
Обеспечение контроля доступа с помощью:	
карт Proximity;	+
локальных пультов	+
ключей Touch Memoгу	+
Организация точек доступа с проходом по двум признакам (карта + ПИН-код)	+
Организация точек доступа с проходом по предъявлению двух идентификаторов	+
Контроль правил прохода (запрет повторного прохода, контроль последовательности прохода зон)	+
Дополнительные критерии проверки при проходе через точку доступа (металлодетектор, детектор ВВ и т.п.)	+
Управление постановкой / снятием с помощью оборудования системы	+

Характеристика	Значение
контроля доступа	
Организация тамбур-шлюзов	+
Подключение дополнительного шлюзового оборудования (весовая платформа, металлодетектор и т.д.)	+
Реализация дополнительных алгоритмов работы БЦП:	
написание сценариев взаимодействия объектов системы	+
описание реакций на события в системе	+
проверка условий при выборе реакции системы	+
Разграничение прав операторов и пользователей в системе:	
по временным зонам	+
по группам объектов (зоны, разделы и т.п.)	+
глубина разграничения полномочий: объект + действие + время	+
назначение явных запрещений	+
Возможность представления текстовых названий объектов в БЦП	+
Представление информации для оператора на дисплее БЦП (четырёх-строчный 20-символьный ЖК- дисплей BigChar)	+
Многоязычный интерфейс оператора в БЦП (русский, английский и др. по требованию заказчика)	+

1.3.1. Состав аппаратных средств ИСБ «Рубеж-08»

Оборудование ИСБ можно условно разделить на три группы:

- блок центральный процессорный;
- сетевые устройства;
- дополнительное оборудование.

Блок центральный процессорный «Рубеж-08»

БЦП - по терминологии ГОСТ 26342 представляет собой прибор приемно-контрольный охранно-пожарный и управления - ППКОПУ 01059-10003 «Рубеж-08». Однако по своим возможностям БЦП - это мощный контроллер, обеспечивающий логику работы системы и являющийся ядром ИСБ. БЦП предназначен для приема сигналов от охранных и пожарных извещателей, шлейфов сигнализации и других приемно-контрольных приборов, преобразования сигналов, регистрации и дальнейшей передачи во внешние цепи передачи извещений, включения оповещателей, управления внешними исполнительными устройствами, организации и обеспечения контроля и управления доступом.

БЦП выпускается в пяти вариантах конструктивного исполнения:

Управление техническими системами

- 1) БЦП (исполнение 1) - в металлическом корпусе (1P40) с питанием от внешнего источника бесперебойного питания (от ИБП-1200/2400 или ИБП-1224);
- 2) БЦП (исполнение 2) - в пластмассовом корпусе (1P65) с питанием от внешнего источника бесперебойного питания (от ИБП-1200/2400 или ИБП-1224);
- 3) БЦП (исполнение 3) - в металлическом корпусе (1P20) с встроенным ББП;
- 4) БЦП (исполнение 4) - в металлическом корпусе (1P20) с встроенным ББП и без встроенной консоли управления;
- 5) БЦП (исполнение 5) - в корпусе конструктива сетевых устройств.



Рисунок 22 Внешний вид вариантов исполнения БЦП: а) исп. 1; б) исп. 2; в) исп. 3; г) исп. 4

БЦП (исполнение 4) имеет также уменьшенную информационную емкость. Так как БЦП (исполнение 4) не имеет встроенной консоли управления, то для организации рабочего места оператора (при отсутствии ПЭВМ) рекомендуется применять пульт управления оператора ПУ-02 (конфигурирование БЦП, отображение состояния подключенного оборудования и т.п.).

Основные технические характеристики БЦП исполнений 1-4 приведены в таблице 3.

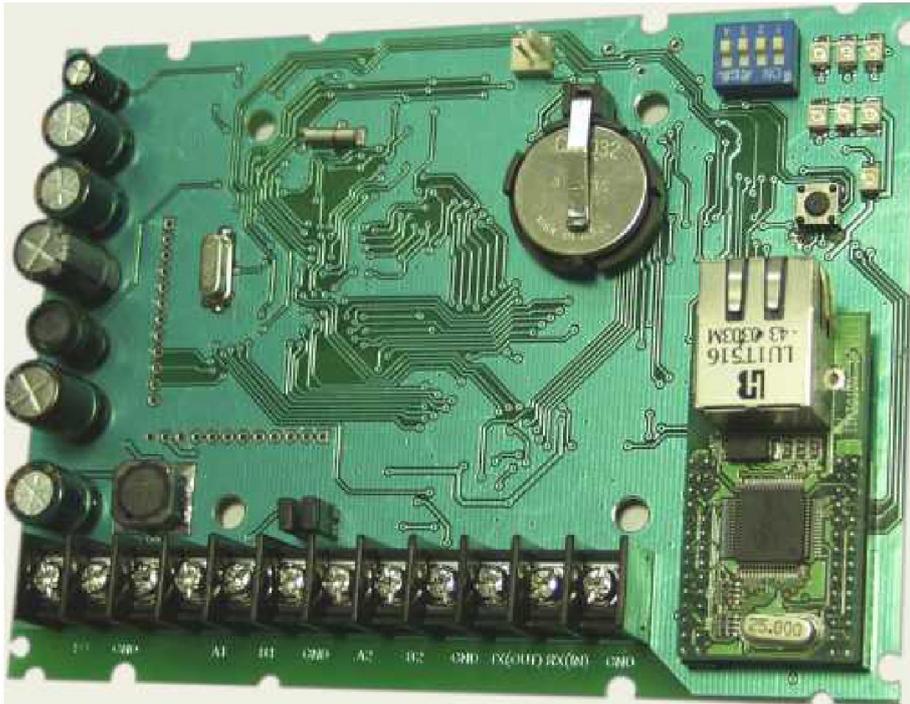


Рисунок 23 Внешний вид БЦП исполнения 5 без корпуса

БЦП исполнения 5 выполнен в конструктиве сетевых устройств (СУ) и может поставляться в корпусе IP20 или IP65. По информационной емкости и функциональным возможностям БЦП исполнения 5 полностью соответствует БЦП исполнений 1, 2, 3, обладая при этом компактностью сетевых устройств. Габаритные размеры: для БЦП в исполнении IP20 - (165x110x32) мм; для БЦП в исполнении IP65 (габариты корпуса без учета гермовводов) - (171 x145x55) мм.

БЦП исполнения 5 ориентирован на работу в качестве управляющего контроллера системы. За счет своей компактности БЦП может быть эффективно использован для построения автономных щитов управления, а также в тех применениях, где нет необходимости в использовании встроенной консоли управления БЦП и имеется питание от внешнего ИБП. Подключение СУ осуществляется по двум независимым линиям связи RS-485. Подключение к ПЭВМ осуществляется через интерфейс RS-232 или Ethernet (дополнительно необходима плата БИ-02).

БЦП исполнения 5 не имеет встроенной консоли управления, элементов индикации, встроенных шлейфов и цепей управления. Для организации рабочего места оператора (при отсутствии ПЭВМ) рекомендуется применять пульт управления оператора ПУ-02 (конфигурирование БЦП, отображение состояния подключенного оборудования и т.п.).

На плате БЦП исп. 5 расположены: разъем подключения питания; разъемы подключений линий связи с СУ (линия 1, линия 2); разъем для подключения ПЭВМ;

Управление техническими системами

разъем подключения платы блока интерфейсного БИ-02 предназначенного для подключения БЦП к вычислительной сети.

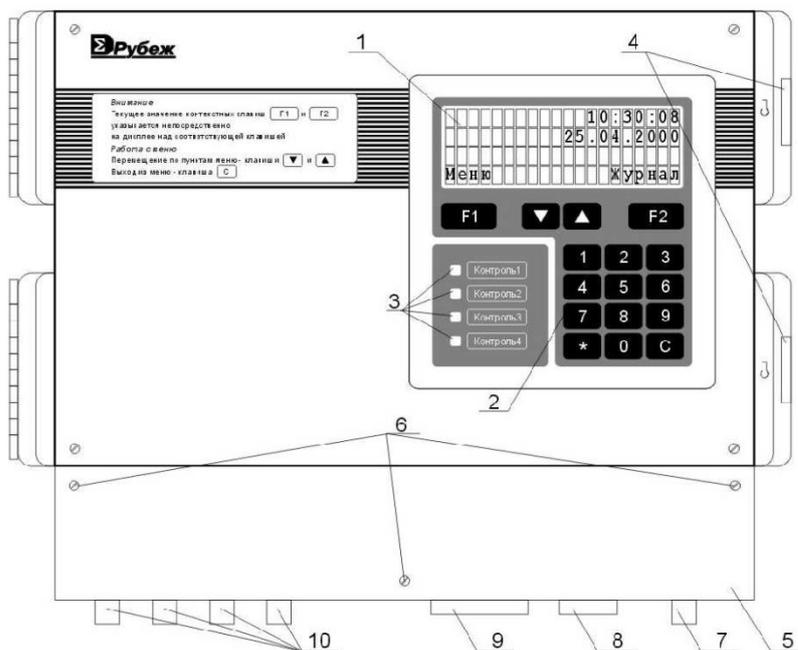


Рисунок 24 БЦП «Рубеж-08» (исполнение 2)

На лицевой панели БЦП (исп.2) расположены ЖКИ-дисплей (1), клавиатура (2) и блок светодиодных индикаторов (3). Для доступа к клавиатуре необходимо открыть прозрачную крышку, нажав на зажимы (4). Под крышкой (5) монтажного отсека находятся клеммы для подключения питания БЦП, ШС, релейных выходов и СУ. Для снятия крышки (5) необходимо отвернуть винты (6). Присоединительные разъемы для подключения ПЭВМ (8), принтера (9), а также гермовводы (7, 10) для ввода проводов и кабелей размещены на нижней стенке БЦП.

Управление техническими системами

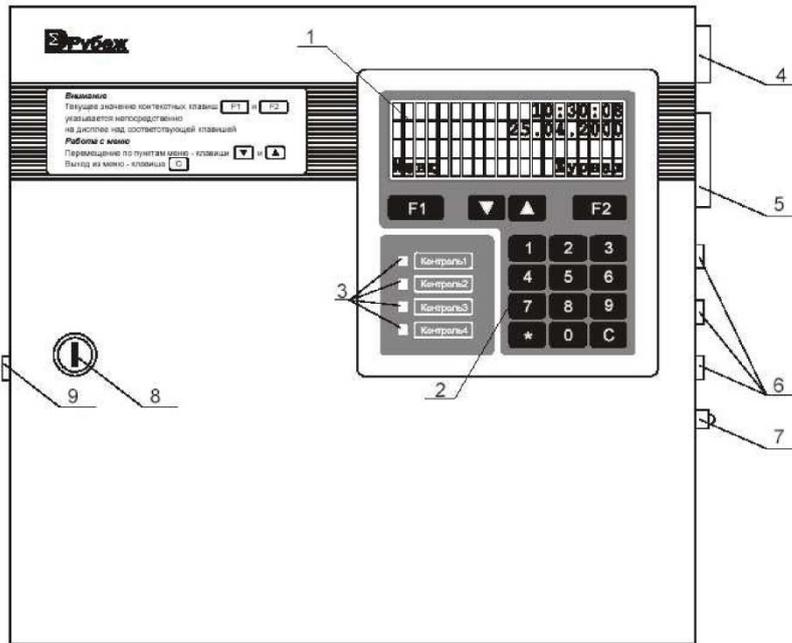


Рисунок 25 Внешний вид БЦП в исполнении 3 (со встроенным блоком бесперебойного питания)

На лицевой панели БЦП (исп.3) расположены ЖКИ-дисплей (1), клавиатура (2) и блок светодиодных индикаторов (3). Внутри корпуса расположены: блок центральный процессорный; блок бесперебойного питания; отсек для установки аккумуляторной батареи. Все подключения к блокам осуществляются при помощи клеммных колодок. Для доступа к расположенным внутри корпуса блокам необходимо открыть крышку (8). Присоединительные разъемы для подключения ПЭВМ (4), принтера (5), а также гермовводы (6) для ввода проводов и кабелей размещены на правой стенке БЦП. Подключение БЦП к сети переменного тока осуществляется через кабельный ввод на левой стороне корпуса (9) к клеммной колодке. Подключение БЦП к сети переменного тока осуществляется через кабельный ввод на левой стороне корпуса (9) к клеммной колодке.

Управление техническими системами

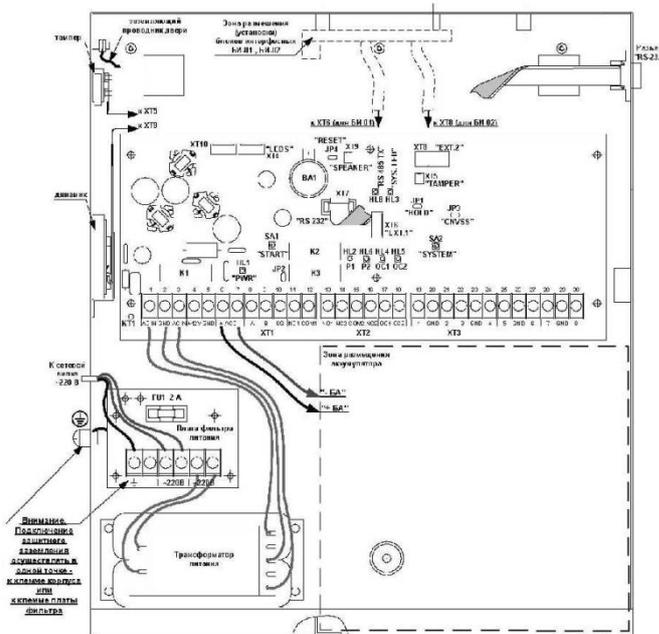


Рисунок 26 Расположение элементов в корпусе БЦП (исполнение 4)

Основные возможности БЦП:

- Встроенные 8 универсальных радиальных шлейфов сигнализации и 4 мощных реле управления исполнительными устройствами;
- Контроль и управление до 1000 объектов (шлейфов сигнализации, точек доступа, исполнительных устройств) по двум линиям связи, обеспечивающим обмен информацией по протоколу K8485;
- Контроль шлейфов пожарных извещателей всех типов (ДИП, ИДПЛ и т.п.);
- Контроль шлейфов технологических систем (газоанализаторов, датчиков утечки воды, газа и пр.);
- Текстовое обозначение объектов;
- 4-х строчный ЖКИ-дисплей;
- Организация работы тамбур-шлюзов в СКУД;
- Постоянный контроль линий связи и шлейфов сигнализации;
- Встроенный язык макропрограммирования; Интуитивно понятный интерфейс оператора (по принципу настройки режимов в мобильном телефоне);
- Поддержка русского и английского языков интерфейса, возможность программирования на других языках;
- Документирование событий на принтере;
- Подключение к ПЭВМ: графическое отображение состояния охраняемого объекта, управление системой, организация удаленных АРМ;
- Создание распределенных систем с объединением приборов «Рубеж-08».

Таблица 3 Основные технические характеристики БЦП «Рубеж-08»

Управление техническими системами

Характеристика	Значение
Электропитание БЦП: Исполнение 3, 4 (со встроенным ИБП) – от сети переменного тока напряжением, В Исполнение 1, 2, 5 – от внешнего источника постоянного тока напряжением, В	187...242 10,5...28
Мощность, потребляемая от сети переменного тока, Вт, не более	60
Ток, потребляемый БЦП от источника постоянного тока без внешней нагрузки, А, не более	1
Максимальный выходной ток внешней нагрузки (для БЦП с ИБП), А, не более	1
Информационная емкость БЦП (максимальное количество поддерживаемых объектов технических средств)	1000 512 (исп.4)
Количество встроенных универсальных шлейфов сигнализации: Исполнение 1, 2, 3; Исполнение 4 Исполнение 5	8 4/8 нет
Максимальное допустимое сопротивление проводов ШС, Ом	150
Максимально допустимая величина сопротивления утечки проводов ШС, кОм	50
Напряжение в ШС, В	24±1
Максимальный ток питания активных извещателей в дежурном режиме, мА	3
Количество встроенных релейных выходов	4 2 (исп.4)
Тип контактов релейных выходов	Переключающий
Выходные характеристики реле, В/А	=60/2, ~110/2
Количество встроенных выходов – открытый коллектор (только в БЦП исп.4)	2
Допустимая нагрузка выходов открытый коллектор, В/А	30/0,2
Количество кодов пользователей, хранящихся в памяти БЦП	5000
Размер энергонезависимого журнала всех событий / тревожных событий	4000/500
Количество линий связи с сетевыми устройствами	2 (1 исп.4)
Интерфейс связи с сетевыми устройствами	RS 485
Время опроса одного сетевого устройства, мс	50 – 70
Скорость обмена с с сетевыми устройствами, бод	9600, 19200
Максимальное число сетевых устройств, подключаемых к БЦП, шт.	256 128 (исп.4)
Максимальная протяженность линии связи БЦП с сетевыми устрой-	1200

Характеристика	Значение
ствами (без использования ретрансляторов), м	
Максимальная протяженность линии связи БЦП с ПЭВМ, м	15
Максимальная длина кабеля связи БЦП с принтером, м	1,8
Габаритные размеры БЦП, мм, не более: Исп. 1,2; Исп. 3; Исп. 4 Исп. 5	400 x 345 x 160 425 x 405 x 115 325 x 380 x 80 165x110x32

Управление техническими системами

Одной из особенностей БЦП «Рубеж-08» по сравнению с предыдущими моделями БЦП является высокоинформативный четырех строчный ЖКИ - дисплей, который значительно упрощает работу оператора с прибором.

Работа с БЦП (с точки зрения интерфейса оператора) основана на использовании системы списков и меню. Все однотипные объекты представлены в виде списков, все команды управления или конфигурирования объединены в меню. Общий вид панели управления БЦП показан на рис. 25. Клавиатура БЦП состоит стандартного набора цифровых клавиш, двух функциональных клавиш **F1** и **F2**, клавиш навигации по спискам и меню **▼** и **▲**, и клавиши выхода **C**.

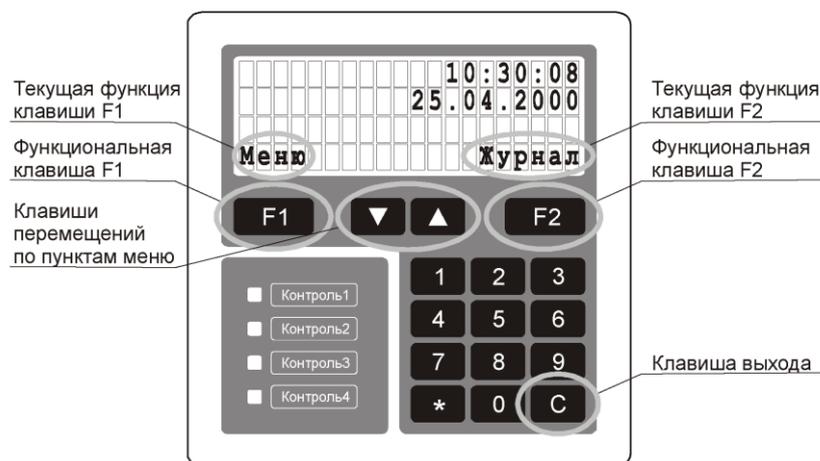


Рисунок 27 Общий вид панели управления БЦП

Для организации пользовательского интерфейса широко применяются функциональные клавиши **F1** и **F2**. Текущая функция каждой клавиши указывается в четвертой строке дисплея непосредственно над соответствующей клавишей. Например, на рис. 20 показан вид дежурного режима БЦП: на дисплей выводятся текущее время и дата, при этом функция клавиши - вход в главное меню, - вход в журнал событий.

Стандартные приемы работы с клавиатурой:

- Для перемещения по пунктам меню используются клавиши **▼** и **▲**
- Для быстрого доступа к нужному пункту меню на цифровой клавиатуре можно набрать номер данного пункта
- Для выхода из текущего уровня меню используется клавиша **C**
- Для быстрого выхода из меню в дежурный режим нажать и удерживать клавишу **C**
- При работе со строкой ввода (например, ввод пароля при авторизации) для удаления ошибочно введенных символов используется клавиша **C**.

Сетевые устройства

Управление техническими системами

Перечень СУ, их возможности и функциональное назначение приведены в таблице 4. В приборах «Рубеж-08» и «Рубеж-060» есть возможность подключить устройства из состава «Рубеж-07». В таблице 5 приведены тип устройств из состава «Рубеж-07», их назначение и способ подключения. Линейные блоки ЛБ-06, ЛБ-07 подключаются к адресной линии интерфейса КЗ- 485 с помощью специального сетевого контроллера **СКЛБ-01**. Данная возможность позволяет перейти с оборудования «Рубеж-07» на «Рубеж-08» или «Рубеж-060» в случае расширения системы или модернизации, и позволяет использовать более широкие возможности новой модификации ИСБ.

Таблица 4

Тип и назначение СУ

Тип оборудования	Назначение СУ
СКШС-01	Сетевой контроллер шлейфов сигнализации (универсальных двухполярных) для подключения пожарных и охранных извещателей. 4 универсальных ШС, с возможностью питания токопотребляющих извещателей по ШС, с автоматическим выявлением обрыва и КЗ
СКШС-02	Сетевой контроллер шлейфов сигнализации для подключения охранных извещателей. 8 ШС для подключения извещателей с Н.З. контактами, с автоматическим выявлением КЗ
СКШС-04	Сетевой контроллер шлейфов сигнализации для подключения охранных извещателей. 16 ШС для подключения извещателей с Н.З. контактами, с автоматическим выявлением КЗ
СКШС-03-4	Сетевой контроллер шлейфов сигнализации. 4 ШС с оптической развязкой
СКШС-03-8	Сетевой контроллер шлейфов сигнализации. 8 ШС с оптической развязкой
СК-01	Сетевой контроллер организации системы контроля доступа с использованием Proximity-карт, Touch-Memory, ПИН-кодов пользователей. 2 точки доступа с контролем входа (1 точка доступа с контролем входа и контролем выхода)
СКУСК-01P	Подключение приемника радиобрелков
СКИУ-01	Сетевой контроллер исполнительных устройств (4 мощных реле с переключающими контактами)
БИС-01	Блок индикации состояний для отображения состояний 64 объектов системы на встроенном светодиодном табло. 64 светодиодных индикатора

Управление техническими системами

Тип оборудования	Назначение СУ
УСК-02С	Устройство считывания кода для организации локального объектового управления процессом взятия / снятия с помощью Proximity-карт, возможность организации точки доступа Терминал управления с возможностью задания до 3-х команд, 1 точка доступа с контролем входа
УСК-02КС	Устройство считывания кода для организации локального объектового управления процессом взятия / снятия с помощью встроенной клавиатуры Терминал управления с возможностью задания до 4-х команд
СКЛБ-01	Сетевой контроллер линейных блоков (до 32 линейных блоков ЛБ-06, ЛБ-07) Подключение 32-х устройств ЛБ-06, ЛБ-07 из состава ППКОП «Рубеж-07-3»
ПУО-02	Терминал для постановки и снятия с охраны зон
ПУ-02	Пульт управления объектовый для организации локального объектового управления процессом взятия / снятия и просмотра состояния зон на встроенном ЖК-дисплее Выносная консоль
СКАУ-01	Сетевой контроллер адресных устройств для подключения адресных пожарных извещателей, модулей и оповещателей 99 адресных модулей (пожарные извещатели, оповещатели, и т.д.) производства «Систем Сенсор»
СКУП-01	Сетевой контроллер управления пожаротушением СКУП-01 предназначен для построения автоматической системы пожаротушения (АСПТ)
ППО-01	Пульт пожарный объектовый ППО-01 предназначен для объектового управления и индикации состояния АСПТ. ППО-01 устанавливается у входа в защищаемое помещение.
ППД-01	Пульт пожарный диспетчерский ППД-01 предназначен для управления и индикации состояния до 8 направлений АСПТ. ППД-01 устанавливается в помещении дежурного поста охраны.
СКАС-01	Сетевой контроллер аналоговых сигналов. Имеет 4 входа для подключения датчиков со стандартными аналоговыми выходами (4-20 mA, 0-20 mA, 0-5 mA, 0-5 V, 1-5 V, 0-10 V)
ИБП-1200, ИБП-2400	Источник бесперебойного питания для организации бесперебойного питания оборудования (12В или 24 В), передача состояния на БЦП
ИБП-12, ИБП-24	Источники вторичного электропитания резервированные (импульсные) для бесперебойного обеспечения систем охранно-пожарной сигнализации контроля и управления доступом, средств противопожарной защиты
ИБП-12А, ИБП-24А	Источники вторичного электропитания (аналогового типа) с низким уровнем пульсаций выходного напряжения предназначены бесперебойного обеспечения систем видеонаблюдения

Таблица 5 Оборудование из состава ППКОП «Рубеж-07»

Тип оборудования	Назначение	Подключение
БРА-03-4	4 Реле	Линия связи с СУ
СК-01	Сетевой контроллер организации системы контроля доступа с использованием Proximity-карт, Touch-Memory, ПИН-кодов пользователей.	Линия связи с СУ

Тип оборудования	Назначение	Подключение
	2 точки доступа с контролем входа (1 точка доступа с контролем входа и контролем выхода)	
ЛБ-06	4 ШС для подключения извещателей с Н.З. контактами, с автоматическим выявлением КЗ	Линия связи с ЛБ в СКЛБ-01
ЛБ-07	4 универсальных ШС, с возможностью питания токопотребляющих извещателей по ШС, с автоматическим выявлением обрыва и КЗ	Линия связи с ЛБ в СКЛБ-01

Дополнительное оборудование

Дополнительное оборудование «Рубеж» приведено в таблице 6, где указан тип оборудования и его назначение.

Управление техническими системами

Таблица 6 Тип и назначение дополнительного оборудования

Тип оборудования	Назначение
БРЛ-03	Гальваническая развязка интерфейса RS-485, увеличение максимальной длины линии связи, ветвление линии связи
УСК-02Н	Устройство считывания кода с бесконтактных карт типа ProxCard II, выходной интерфейс Wiegand26 Используется в СКУД, организация терминалов управления охранной сигнализации
УСК-02К	Устройство кодонаборное, выходной интерфейс Wiegand26 Используется в СКУД, организация терминалов управления охранной сигнализации
БИ-01	Блок интерфейсный Используется в БЦП «Рубеж-08» исп.4, «Рубеж-060» для подключения дополнительного оборудования (одного из ниже перечисленных): дополнительная линия связи с СУ, принтера по интерфейсу RS-232, мобильного телефона по интерфейсу RS-232, приемника тревожных радиокнопок RS-200RD по интерфейсу RS-232
БИ-02	Блок интерфейсный для подключения БЦП к ПЭВМ через Ethernet
ПИ-01	Преобразователь интерфейса RS-232/RS-422 Используется для увеличения длины линии связи БЦП с ПЭВМ
БЗЛ-01(02,03)	Блок защиты линии предназначен для защиты линий связи и цепей питания от воздействий электромагнитных возмущений окружающей среды (высоковольтных наводок, не прямых грозовых воздействий, и т.д.)
БЗВВ-01 (01К, 04)	Блок защиты видоввода предназначен для защиты цепей видеосигнала от перенапряжений. Рассчитан на работу совместно с видеоплатами типа "PM-Видео-4", "PMВидео-16-50"

ИСБ Рубеж-060

Прибор «Рубеж-060» предназначен для построения интегрированных систем безопасности малых и средних объектов. По своим возможностям и характеристикам практически полностью соответствует прибору «Рубеж-08» /11/. Их основное различие в информационной емкости БЦП, который имеет два исполнения по информационной емкости - 128 и 256 (максимальное количество поддерживаемых объектов технических средств). Этим продиктовано и назначение: «Рубеж-08» как для крупных и особо крупных объектов, «Рубеж-060» - малые и средние объекты. Меньшая информационная емкость позволяет снизить цену прибора, что немало важно для применения на малых и средних объектах. Цену БЦП снижает также то, что он не имеет встроенной консоли управления (ЖКИ - дисплей и клавиатура). В «Рубеж-060» консоль реализуется при помощи выносного сетевого устройства ПУ-02. В ряде случаев построения систем можно обойтись и без управления от ПУ-02, что в целом снижает общие затраты на оборудование.

БЦП «Рубеж-060» имеет возможность подключения дополнительного интерфейсного модуля БИ-01 для расширения функциональных возможностей:

- организация второй линии связи с СУ;
- подключение к БЦП мобильного телефона - организация оповещения и удаленного управления прибором с помощью службы 8М8;
- подключение к БЦП приемника кодов тревожных радиокнопок К8- 200КБ;
- подключение к БЦП принтера с последовательным интерфейсом К8232 (в случае, если к порт связи с АБУ уже занят).

Управление техническими системами

На рисунке 27 приведена электрическая структурная схема БЦП «Рубеж-060».

БЦП имеет встроенный блок электропитания для работы от сети переменного тока 220В 50Гц, источника постоянного тока (10,5-13,8)В или встроенной аккумуляторной батареи (АКБ) напряжением 12В. При работе от сети 220В автоматически производится подзарядка встроенной АКБ и проверка ее состояния. При пропадании сети БЦП переходит в режим работы от АКБ. От БЦП можно питать внешние устройства. Для этого имеется выход блока питания напряжением 12В, обеспечивающий максимальный ток нагрузки до 0,5А.

БЦП имеет встроенное оборудование: 16 шлейфов сигнализации, 2 реле и 2 выхода типа «открытый коллектор». Подключение внешних цепей показано на рисунке 28.

К БЦП может быть подключено 16 однополярных шлейфов или 8 универсальных двухполярных шлейфов. При подключении двухполярного ШС используются клеммы «+1» и «-1» (для ШС1). Клемма «**CND**» остается неподключенной. Остальные ШС подключаются аналогично. При использовании однополярных ШС используются клеммы «+1» и «**CND**» (для ШС1) и «**CND**» и «-1» (для ШС2). Таким образом, вместо одного универсального ШС могут быть подключены два однополярных ШС.

Тип оборудования	Назначение	Подключение
	2 точки доступа с контролем входа (1 точка доступа с контролем входа и контролем выхода)	
ЛБ-06	4 ШС для подключения извещателей с Н.З. контактами, с автоматическим выявлением КЗ	Линия связи с ЛБ в СКЛБ-01
ЛБ-07	4 универсальных ШС, с возможностью питания токопотребляющих извещателей по ШС, с автоматическим выявлением обрыва и КЗ	Линия связи с ЛБ в СКЛБ-01

Дополнительное оборудование

Дополнительное оборудование «Рубеж» приведено в таблице 6, где указан тип оборудования и его назначение.

Управление техническими системами

Таблица 6 Тип и назначение дополнительного оборудования

Тип оборудования	Назначение
БРЛ-03	Гальваническая развязка интерфейса RS-485, увеличение максимальной длины линии связи, ветвление линии связи
УСК-02Н	Устройство считывания кода с бесконтактных карт типа ProxCard II, выходной интерфейс Wiegand26 Используется в СКУД, организация терминалов управления охранной сигнализации
УСК-02К	Устройство кодонаборное, выходной интерфейс Wiegand26 Используется в СКУД, организация терминалов управления охранной сигнализации
БИ-01	Блок интерфейсный Используется в БЦП «Рубеж-08» исп.4, «Рубеж-060» для подключения дополнительного оборудования (одного из ниже перечисленных): дополнительная линия связи с СУ, принтера по интерфейсу RS-232, мобильного телефона по интерфейсу RS-232, приемника тревожных радиокнопок RS-200RD по интерфейсу RS-232
БИ-02	Блок интерфейсный для подключения БЦП к ПЭВМ через Ethernet
ПИ-01	Преобразователь интерфейса RS-232/RS-422 Используется для увеличения длины линии связи БЦП с ПЭВМ
БЗЛ-01(02,03)	Блок защиты линии предназначен для защиты линий связи и цепей питания от воздействий электромагнитных возмущений окружающей среды (высоковольтных наводок, не прямых грозовых воздействий, и т.д.)
БЗВВ-01 (01К, 04)	Блок защиты видоввода предназначен для защиты цепей видеосигнала от перенапряжений. Рассчитан на работу совместно с видеоплатами типа “PM-Видео-4”, “PMВидео-16-50”

ИСБ Рубеж-060

Прибор «Рубеж-060» предназначен для построения интегрированных систем безопасности малых и средних объектов. По своим возможностям и характеристикам практически полностью соответствует прибору «Рубеж-08» /11/. Их основное различие в информационной емкости БЦП, который имеет два исполнения по информационной емкости - 128 и 256 (максимальное количество поддерживаемых объектов технических средств). Этим продиктовано и назначение: «Рубеж-08» как для крупных и особо крупных объектов, «Рубеж-060» - малые и средние объекты. Меньшая информационная емкость позволяет снизить цену прибора, что немало важно для применения на малых и средних объектах. Цену БЦП снижает также то, что он не имеет встроенной консоли управления (ЖКИ - дисплей и клавиатура). В «Рубеж-060» консоль реализуется при помощи выносного сетевого устройства ПУ-02. В ряде случаев построения систем можно обойтись и без управления от ПУ-02, что в целом снижает общие затраты на оборудование.

БЦП «Рубеж-060» имеет возможность подключения дополнительного интерфейсного модуля БИ-01 для расширения функциональных возможностей:

- организация второй линии связи с СУ;
- подключение к БЦП мобильного телефона - организация оповещения и удаленного управления прибором с помощью службы 8М8;
- подключение к БЦП приемника кодов тревожных радиокнопок К8- 200КБ;
- подключение к БЦП принтера с последовательным интерфейсом К8232 (в случае, если к порт связи с АБУ уже занят).

Управление техническими системами

На рисунке 27 приведена электрическая структурная схема БЦП «Рубеж-060».

БЦП имеет встроенный блок электропитания для работы от сети переменного тока 220В 50Гц, источника постоянного тока (10,5-13,8)В или встроенной аккумуляторной батареи (АКБ) напряжением 12В. При работе от сети 220В автоматически производится подзарядка встроенной АКБ и проверка ее состояния. При пропадании сети БЦП переходит в режим работы от АКБ. От БЦП можно питать внешние устройства. Для этого имеется выход блока питания напряжением 12В, обеспечивающий максимальный ток нагрузки до 0,5А.

БЦП имеет встроенное оборудование: 16 шлейфов сигнализации, 2 реле и 2 выхода типа «открытый коллектор». Подключение внешних цепей показано на рисунке 28.

К БЦП может быть подключено 16 однополярных шлейфов или 8 универсальных двухполярных шлейфов. При подключении двухполярного ШС используются клеммы «+1» и «-1» (для ШС1). Клемма «CND» остается неподключенной. Остальные ШС подключаются аналогично. При использовании однополярных ШС используются клеммы «+1» и «CND» (для ШС1) и «CND» и «-1» (для ШС2). Таким образом, вместо одного универсального ШС могут быть подключены два однополярных ШС.

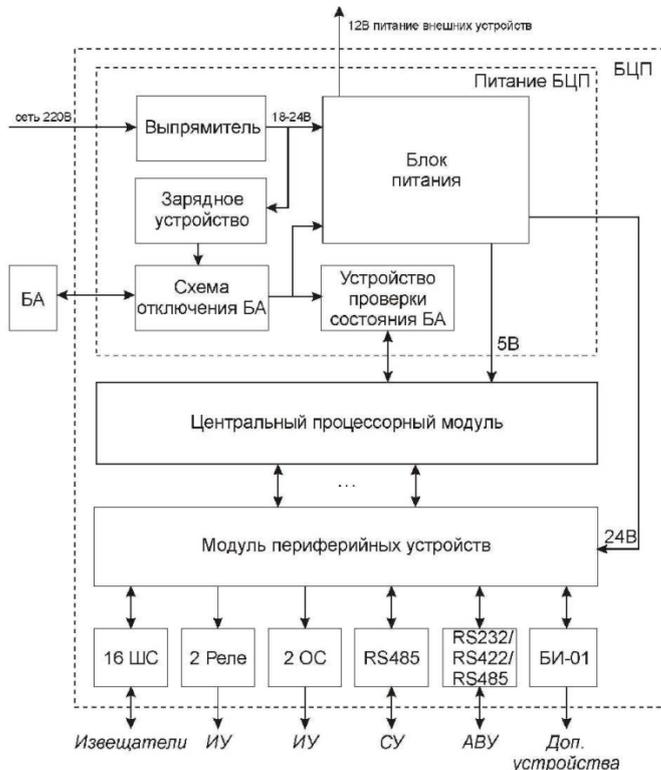


Рисунок 28 Структурная схема БЦП «Рубеж-060»

Каждый ШС может быть индивидуально сконфигурирован назначением типа ШС. Всего в БЦП имеется 6 фиксированных типов ШС и 8 настраиваемых типов ШС.

Управление техническими системами

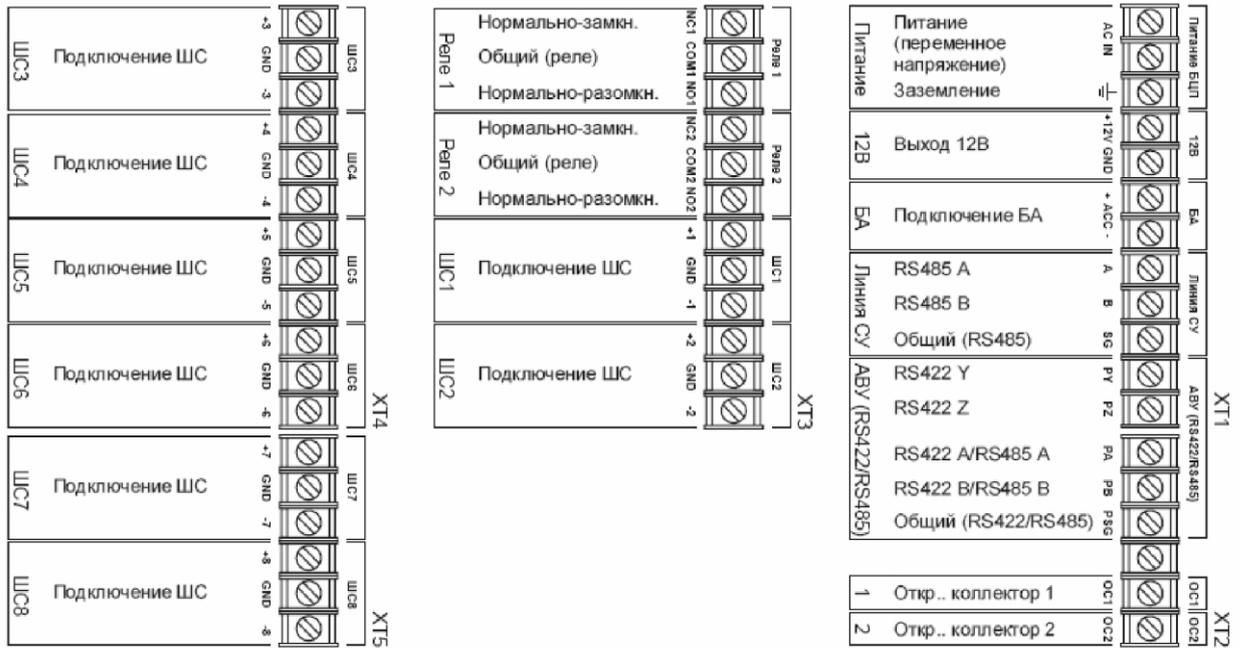


Рисунок 29 Подключение внешних цепей к БЦП «Рубеж-060»

Для подключения исполнительных устройств в БЦП имеются два встроенных реле с переключающими контактами (**NO COM1 NO1 XT2** и **NC2 COM2 NO2 XT2**) и два выхода типа «открытый коллектор» (**OC1** и **OC2**). Подключение исполнительных устройств к выходу «открытый коллектор» при питании показано на рисунке 29.

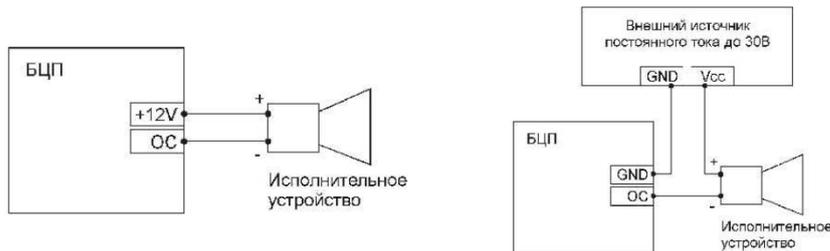


Рисунок 30 Подключение исполнительных устройств к выходу «открытый коллектор» БЦП «Рубеж-060»

Структурная схема ИСБ на основе «Рубеж-060» и внешний вид основных блоков приведены на рисунке 30. Характеристики БЦП «Рубеж-060» приведены в таблице 7.

Управление техническими системами

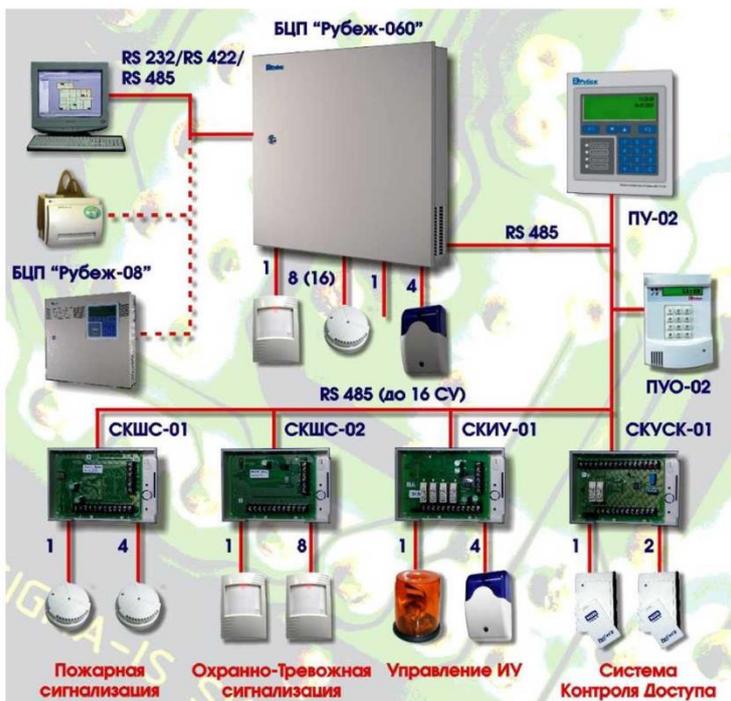


Рисунок 31 Структурная схема ИСБ на основе «Рубеж-060»

Таблица 7 Основные технические характеристики БЦП «Рубеж-060»

Характеристика	Значение
Питание БЦП «Рубеж-060» осуществляется: - от сети переменного тока напряжением, В	187...242
Питание БЦП «Рубеж-060» осуществляется: - от источника постоянного тока напряжением, В	10,2...16
Мощность, потребляемая от сети переменного тока, Вт, не более	30
Ток, потребляемый БЦП от сети постоянного тока, А, не более	0,5
Максимальный выходной ток внешней нагрузки, А, не более	0,5
Информационная емкость БЦП (максимальное количество поддерживаемых объектов технических средств)	128 (256*)
Количество встроенных шлейфов сигнализации (ШС): - охранных для подключения извещателей с нормально-замкнутыми контактами или	16
Количество встроенных шлейфов сигнализации (ШС): - универсальных для подключения активных извещателей	8
Максимальное сопротивление ШС без оконечного резистора, Ом	150
Напряжение в ШС, В	24
Максимальный ток питания активных извещателей в дежурном режи-	3

Характеристика	Значение
ме, мА	
Количество встроенных релейных выходов	2
Тип контактов релейных выходов	переключающий
Выходные характеристики реле, установленных в БЦП: - коммутация напряжения постоянного тока при токе 2А, В	60
Выходные характеристики реле, установленных в БЦП: - коммутация напряжения переменного тока при токе 2А, В	110
Количество выходов с открытым коллектором	2
Ток, коммутируемый выходом с открытым коллектором, А, не более	0,5
Количество кодов пользователей, хранящихся в памяти БЦП	5000
Размер энергонезависимого журнала событий / тревог	4000/500
Количество линий связи с сетевыми устройствами	1
Интерфейс связи с сетевыми устройствами	RS-485
Максимальное число сетевых устройств, подключаемых к БЦП	32 (64*)
Максимальная протяженность линии связи БЦП «Рубеж-060» с сетевыми устройствами, м	1200
Максимальная протяженность линии связи БЦП «Рубеж-060» с ПЭВМ (RS232), м	15
Максимальная длина кабеля связи БЦП «Рубеж-060» с принтером (RS232), м	15
Габаритные размеры БЦП, мм, не более	370x320x79
Масса БЦП, кг, не более	5

* В скобках даны отличия для БЦП в исполнении 2

Управление техническими системами

При разработке прибора приемно-контрольного охранно-пожарного ППКОП 01059-24-5 «Р-020» ставилась задача создать максимально эргономичный прибор с современным дизайном и совокупностью технических возможностей, удовлетворяющих современным требованиям рынка для приёмноконтрольных приборов малой и средней информационной ёмкости, применяемых в небольших административных зданиях, магазинах, офисных и производственных помещениях. В то же время прибор должен входить в состав ИСБ «Рубеж», поддерживать все основные возможности, заложенные в интегрированной системе и работать в ее составе как сетевое устройство - сетевой контроллер шлейфов сигнализации на 24 ШС. При этом конструкция и возможности прибора должны обеспечивать его полностью автономную работу для решения задач обеспечения безопасности малых и средних объектов.

Прибор разработан на основе передовых достижений науки и технологии с применением накопленного практического опыта создания современного оборудования и программного обеспечения для систем безопасности. Продуманные конструкторские решения, собственное высокотехнологичное производство, современные методы контроля и обеспечения качества продукции позволяют гарантировать высокую надёжность нового прибора.

Применение ППКОП «Р-020» позволит оптимизировать затраты потребителей на оснащение техническими средствами охранной, тревожной и пожарной сигнализации, а так же обеспечит более высокий уровень эффективности защиты различных объектов.

Основные возможности ППКОП «Р-020»:

- 24 шлейфа сигнализации.
- Расширенные функциональные возможности
- Автономность и реализуемость интеграции в комплексные системы безопасности верхнего уровня.
- Оптимальный ценовой уровень для данного класса приборов.
- Современный дизайн.
- Высокая информативность встроенного блока индикации состояний объекта
- Подсветка клавиш по трем градациям.
- Сменные шильдики для каждого шлейфа.
- Удобство конфигурирования под индивидуальные особенности конкретного объекта.
- Встроенный интерфейс К8-232 для подключения ПЭВМ, принтера.

Управление техническими системами

- Встроенный интерфейс К8-485 для интеграции с системами верхнего уровня, подключения к ППКОПУ «Рубеж-08».
- Запись до 500 идентификаторов пользователей.
- Энергонезависимый журнал событий (до 1000 записей).
- Два варианта исполнения прибора по питанию:
 - Вариант с питанием от внешнего источника питания напряжением 10...28В;
 - Вариант со встроенным сетевым источником питания и резервным аккумулятором емкостью 7Ач.
- Возможности прибора в реализации отдельных подсистем.
- Охранно-тревожная сигнализация:
 - Различные режимы управления постановкой на охрану/снятием с охраны: с помощью кнопок на панели прибора, ключами ТоисЪМетоду.
- Объединение шлейфов в зоны для организации
 - группового управления.
 - Возможность использования задержки на выход при постановке на охрану.
 - Возможность использования задержки на вход при снятии с охраны.
 - Контроль шлейфов сигнализации на КЗ и обрыв.
 - Режим 24-часовой охраны.
 - Передача информации о состоянии шлейфов сигнализации на ПЦН.
- Пожарная сигнализация:
 - Подключение всех типов безадресных пожарных извещателей.
 - Контроль шлейфов сигнализации на обрыв и короткое замыкание.
 - Различные алгоритмы для повышения надежности и исключения ложных срабатываний.
- Выдача извещения “Внимание” при срабатывании одного извещателя. Выдача извещения “Пожар” при срабатывании двух или более извещателей в шлейфе сигнализации.
 - Индивидуальное управление сбросом пожарного шлейфа.
 - Передача информации о состоянии шлейфа сигнализации на ПЦН.
 - Управление исполнительными устройствами:
 - 3 реле для передачи состояния ШС на ПЦН (тревога, пожар, неисправность).
 - Реле управления внешним звуковым оповещателем (выход “Сирена”).
 - Реле управления внешним световым оповещателем (выход “Лампа”).
 - Контроль и управление доступом:

Управление техническими системами

- Возможность подключения внешнего контактора Тоисй Метогу для организации одной точки доступа или считывателя Pгохтйу Сагё.
- Подключение кнопки запроса на выход и датчика положения двери
- 500 идентификаторов пользователей
- Дополнительные возможности:
- Энергонезависимый журнал событий.
- Возможность подключения модуля с энергонезависимыми часами реального времени.
- Возможность подключения ПЭВМ через встроенный интерфейс RS- 232 для конфигурирования и управления прибором.
- Возможность подключения принтера через встроенный интерфейс RS-232 для печати журнала событий.
- Возможность подключения прибора к аппаратуре верхнего уровня (ППКОП «Рубеж-08») через встроенный интерфейс RS-485 в качестве сетевого устройства.

Внешний вид прибора приведен на рисунке, основные технические характеристики в таблице.

Управление техническими системами

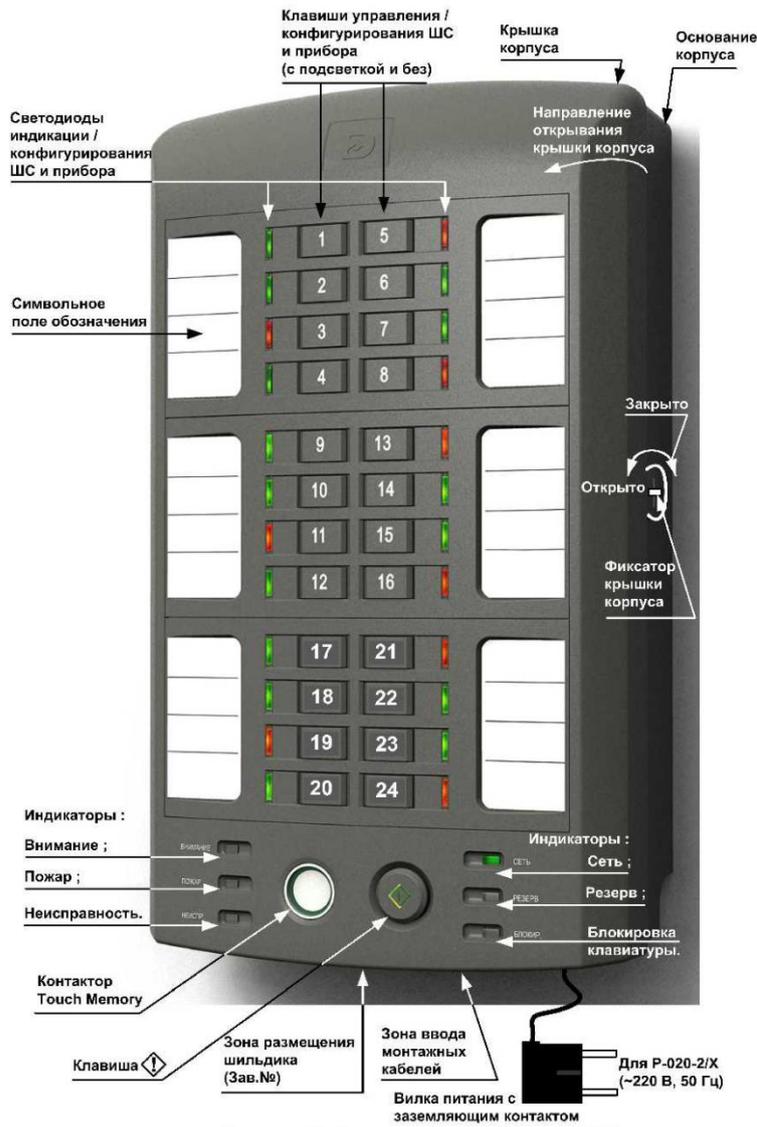


Рисунок 32 Внешний вид ППКОП «P-020»

Управление техническими системами

Таблица 8 Технические характеристики ППКОП «Р-020»

Параметр	Значение
Информационная емкость (количество ШС)	24
Информативность (количество видов извещений)	9
Напряжение в ШС, В	24
Максимальное сопротивление ШС БЦП без учета сопротивления выносного элемента, Ом	150
Минимально допустимая величина сопротивления утечки между проводами ШС БЦП, кОм	50
Максимальный ток питания активных извещателей в дежурном режиме работы, мА	3
Максимальный ток питания активных извещателей в режиме тревоги, мА	10
Количество релейных выходов на ПЦН	3
Тип контактов	нормально разомкнутые
Выходные характеристики реле ПЦН:	
- коммутация напряжения постоянного тока при токе до 0,5А, В	24
- коммутация напряжения постоянного тока при токе до 0,1А, В	125
Реле управления звуковым и световым оповещателем:	
-тип контактов:	переключающие
- коммутация напряжения постоянного тока при токе до 0,5А, В	30
- коммутация напряжения постоянного тока при токе до 0,1А, В	125
Интерфейс связи с АБУ (ППКОП “Рубеж-08”)	RS-485
Максимальная протяженность линии связи с АБУ (без ретрансляторов), м	1200
Линия связи с АБУ	симметричная витая пара
Скорость обмена с АБУ, бод	9600, 19200
Погонная электрическая емкость кабеля линии связи с СУ, пФ/м, не более	50
Волновое сопротивление кабеля линии связи с АБУ, Ом, не более	200
Рекомендуемое сечение проводов линии связи с СУ, мм	0,2
Интерфейс связи с ПЭВМ	RS-232
Максимальная протяженность линии связи БЦП с ПЭВМ, м	15
Интерфейс связи с принтером	RS-232
Количество кодов ИП (пользователей), хранящихся в конфигурации БЦП	500
Размер энергонезависимого журнала событий	1000
Размер энергонезависимого журнала тревог	100
Питание прибора осуществляется:	
-от внешнего источника питания напряжением, В (исп.1)	10...28
-от сети переменного тока напряжением, В (исп.2)	187...242
Ток, потребляемый прибором от резервного источника питания без внешней нагрузки, А, не более (в дежурном режиме)	0,5
Максимальный ток выхода, А, не более	0,25
Ток заряда аккумуляторной батареи, А, не более	0,25
Напряжение аккумуляторной батареи, В	12
Напряжение автоматического отключения аккумулятора от нагрузки при разряде, В	9

Параметр	Значение
Мощность, потребляемая от сети переменного тока, Вт, не более	15...30
Размеры аккумуляторного отсека, мм (отсек рассчитан на аккумулятор емкостью 7Ач)	160x100x70
Габаритные размеры прибора, мм, не более	310x180x80
Масса прибора, кг, не более	2

Лекция

по теме 2.1.3. Возможности подсистем ИСБ

ВОПРОСЫ

1. Подсистема охранной и тревожной сигнализации.

1.1. Состав оборудования.

1.2. Оборудование для подключения ШС.

1.3. Оборудование пользовательских терминалов.

Управление техническими системами

- 1.4. Оборудование для рабочего места оператора.
2. Подсистема технологической сигнализации.
 - 2.1. Сетевые контроллеры дискретных входных сигналов.
 - 2.2. Сетевой контроллер аналоговых сигналов СКАС-01.
 - 2.3. Сетевой контроллер исполнительных устройств.
 - 2.4. Программная поддержка объекта ТС "Технологический ШС".

ЛИТЕРАТУРА

1. Крахмалев А.К. Интегрированная система безопасности "Рубеж": Учебное пособие. М.: 2007. – 244 с. (с. 115-141).

Возможности подсистем ИСБ «Рубеж»

Одно из основных преимуществ ИСБ «Рубеж» является интеграция всех подсистем на аппаратном уровне (на уровне оборудования), что обеспечивает высокую эффективность и надежность системы.

Интеграция охранной и тревожной сигнализации с подсистемой контроля и управления доступом в стандартном варианте дает следующие возможности:

- возможность управления постановкой/снятием с устройств считывания кода применяемых в СКУД;
- возможность организации оперативной блокировки контролируемых СКУД объектов при тревоге.

Интеграция с подсистемой контроля и управления доступом дает также возможность управления точками доступа по событиям от подсистемы охранной и тревожной сигнализации, как-то организация работы различного рода оповещателей, передача сообщений на ПЦН и др.

Интеграция с подсистемой охранного телевидения происходит на программном уровне в ПО «Рубеж-08» и дает возможность по событиям из подсистемы охранной и тревожной сигнализации управления режимами записи, режимами вывода на экран ПЭВМ видеокамер и т.д. Это удобно использовать для концентрации внимания оператора на видеоканалах находящихся в области, где происходит тревожное событие, например в периметровых системах охраны.

ИСБ «Рубеж» имеет широкие возможности настройки взаимодействия различных подсистем. Если имеются задачи нереализованные стандартными настройками, их можно реализовать при помощи встроенного языка программирования прибора «Рубеж Скрипт».

Управление техническими системами

1. Подсистема охранной и тревожной сигнализации

БЦП системы «Рубеж» по классификации существующих нормативных документов представляет собой адресный прибор приемно-контрольный охранно-пожарный. БЦП имеет все необходимые свойства для построения систем охранной, пожарной и тревожной сигнализации. Как правило, минимально-необходимые требования по безопасности на любых объектах, включают в себя пожарную и охранную сигнализацию, действующую в автоматизированном режиме. Тревожная сигнализация представляет собой подсистему срочного вызова службы охраны при нападении или при других тревожных ситуациях, и действует на основе использования тревожных извещателей - кнопок ручного или ножного управления, а также на основе носимых беспроводных радиокнопок.

Такие системы для небольших объектов могут быть эффективно реализованы на базе только одного БЦП. При этом, как правило, реализуется система, включающая в себя охранную, пожарную и тревожную сигнализацию в рамках одного БЦП. Такое решение достаточно экономично и представляет собой интегрированное решение, хотя степень интеграции в данном случае ограничена.

Для крупных объектов, где используется несколько БЦП, целесообразно использовать управление от ПЭВМ в соответствии с теми возможностями, которые обеспечивает программное обеспечение ИСБ «Рубеж» и его широкие возможности по интеграции.

Подсистема охранной и тревожной сигнализации на базе ИСБ «Рубеж» предоставляет следующие возможности:

- широкие возможности по организации тактики охраны;
- различные режимы управления постановкой/снятием: централизованное через оператора, конечными пользователями, автоматическое (по времени, от ведущих ШС и т.д.);
- интеграция с СКУД для организации управления постановкой/снятием, для организации оперативной блокировки при тревоге;
- передача информации о состоянии ШС на ПЦН;
- поддержка носимых тревожных радиокнопок;
- взаимодействие с подсистемой пожарной сигнализации;
- реализация различных алгоритмов для повышения надежности и исключения ложных срабатываний;
- организация оповещения.

Управление техническими системами

БЦП принимает сигналы от охранных и тревожных извещателей включенных в шлейфы сигнализации БЦП и в шлейфы сигнализации адресных сетевых контроллеров шлейфов сигнализации (СКШС). Сетевые контроллеры шлейфов сигнализации предназначены:

- для приема электрических сигналов тревожных сообщений от автоматических и ручных пожарных извещателей (ИП) с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, от активных пожарных извещателей с бесконтактным выходом (типа ИП212-3С, ИП212-5М, ИП105, ИПР, ИПР-3С и т.п.);
- для приема электрических сигналов тревожных сообщений от автоматических охранных извещателей (ИО) с нормально-замкнутыми контактами и активных охранных извещателей с бесконтактным выходом;
- для контроля неисправности ШС с автоматическим выявлением обрыва или короткого замыкания;
- для передачи информации о состоянии извещателей и ШС в линию связи с БЦП.

1. Состав оборудования подсистем охранной и тревожной сигнализации

Оборудование для построения охранной и тревожной сигнализации можно разделить на следующие части:

- оборудование для подключения ШС;
- пользовательские терминалы;
- оборудование для организации рабочего места оператора системы безопасности.

1.1. Оборудование для подключения ШС

В таблице 21 указаны тип оборудования, на основе которых можно построить охранный и тревожный шлейф сигнализации.

Таблица 12 Тип оборудования для построения ШС

Тип оборудования	Количество ШС	Тип ШС
БЦП (встроенные шлейфы сигнализации)	8	Тип 1, Тип 2
СКШС-01	4	Тип 1, Тип 2, Тип 7
СКШС-02 (СКШС-04)	8 (16)	
СКШС-03-4 (8)	4 (8)	
СКЛБ-01	128 (32 ЛБ-06 и ЛБ-07)	В ЛБ-07 нужно запрограммировать типы ШС Тип 1, Тип 2, Тип 7 с помощью программатора «RprogL1-07» или «Rprog-02»

Выбор количества оборудования основывается на обеспечении необходимой степени детальности сообщения. Например, можно одним охранным шлейфом

Управление техническими системами

оснастить все рубежи охраны помещения (окна, объем, двери и т.д.), а можно разделить на отдельные шлейфы. Это определяется необходимыми требованиями обеспечения безопасности и действующими нормативными документами. Рекомендуется также оставлять запас по количеству подключаемых шлейфов в оборудовании. Это позволит в процессе монтажа и работы системы учесть дополнительные запросы заказчика и при выходе из строя одного из шлейфов в оборудовании, подключить его к другому. При расчете количества оборудования для объектов высокой важности желательно обеспечить резерв оборудования для комплектования ЗИП.

Для подключения охранных извещателей могут быть использованы следующие сетевые устройства (таблица 22).

Таблица 13 Сетевые контроллеры ШС для реализации охранной и тревожной сигнализации

Тип	Назначение
СКШС-01	Сетевой контроллер шлейфов сигнализации (универсальных двухполярных) для подключения пожарных и охранных извещателей. 4 универсальных ШС, с возможностью питания токопотребляющих извещателей по ШС, с автоматическим выявлением обрыва и КЗ
СКШС-02	Сетевой контроллер шлейфов сигнализации для подключения охранных извещателей. 8 ШС для подключения извещателей с Н.З. контактами, с автоматическим выявлением КЗ
СКШС-04	Сетевой контроллер шлейфов сигнализации для подключения охранных извещателей. 16 ШС для подключения извещателей с Н.З. контактами, с автоматическим выявлением КЗ
СКЛБ-01	сетевой контроллер линейных блоков (до 32 линейных блоков ЛБ-06, ЛБ-07) Подключение 32-х устройств ЛБ-06, ЛБ-07 из состава ППКОП «Рубеж-07-3»

Каждый шлейф СКШС в зависимости от применяемых извещателей и алгоритма работы может быть одним из 8 типов. Тип любого шлейфа задается программированием с БЦП. Для охранной и тревожной сигнализации используются типы ШС 1, 2 и 7. Характеристики этих типов ШС приведены в таблице 23.

Таблица 14 Типы ШС для охранной и тревожной сигнализации

Тип ШС	Характеристика
Тип 1	(Охранный ШС). Обеспечивает прием сигналов тревожных извещений по двухпроводному ШС от ИО с нормально-замкнутыми контактами. В ШС выдаются импульсы напряжения положительной полярности, амплитудой 8 – 26 В, при этом производится контроль состояния извещателей с нормально-замкнутыми контактами и состояния ШС (короткое замыкание, шунтирование).
Тип 2	(Охранный ШС). Обеспечивает прием сигналов тревожных извещений по двухпроводному ШС от ИО с нормально-замкнутыми контактами. В ШС выдаются импульсы напряжения отрицательной полярности, амплитудой 8 – 26 В, при этом за счет подключенных к контактам ИО дополнительных резисторов производится контроль целостности проводов ШС (короткое замыкание, шунтирование, обрыв), а также контроль состояния извещателей с нормально-замкнутыми контактами.
Тип 7	(Охранный ШС) Обеспечивает прием сигналов тревожных извещений по двухпроводному ШС от ИО активного типа («Окно» и др.). В ШС выдается напряжение постоянного тока (8 – 26 В), при этом обеспечивается питание активных извещателей и контроль целостности проводов ШС (обрыв).

Управление техническими системами

Типовая схема включения охранных извещателей с нормально-замкнутыми контактами в ШС **тип 1** приведена на Рис. 65.

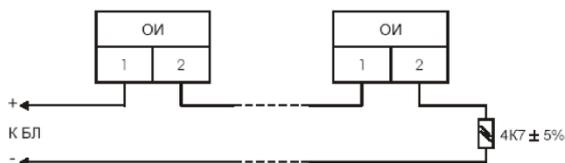


Рисунок 33 Схема ШС Тип 1 с ИО с нормально-замкнутыми контактами. Типовая схема включения охранных извещателей в ШС **типа 2** приведена на Рис. 66.

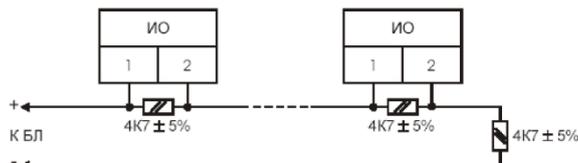


Рисунок 34 Схема ШС тип 2 с ИО с нормально-замкнутыми контактами. Типовые схемы включения охранных активных (с питанием от напряжения ШС) извещателей в ШС **типа 7** приведены на Рис. 67.

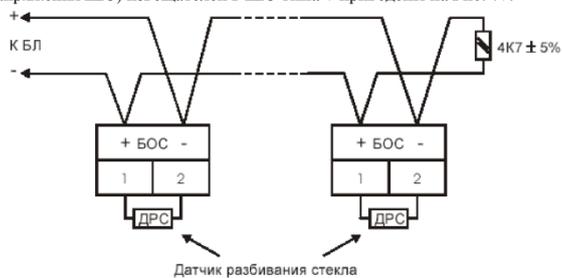


Рисунок 35 Схема ШС тип 7 с включением ИО активного типа («Окно»). Устройства контроля ШС, управления охранной сигнализацией и отображения информации подключаются к линии связи с СУ. Устройства

могут подключаться в любом месте линии связи и в любой последовательности.

Необходимо отметить, что адресация сработавшего элемента охраны осуществляется до шлейфа сигнализации. Количество сработавших извещателей включенных в один ШС, а тем более какой именно из извещателей, узнать не представляется возможным.

Оборудование пользовательских терминалов

В состав подсистемы охранной сигнализации входят так же различные пользовательские терминалы, которые позволяют организовать управление постановкой/снятием на охрану/с охраны шлейфов сигнализации или зон. Организовать постановку/снятие на охрану/с охраны можно централизованно через оператора, конечными пользователями и автоматически.

Централизованное управление постановкой/снятием через оператора подразумевает использование консоли БЦП (или пульта оператора ПУ-02), специального программного обеспечения дежурных служб системы безопасности.

Управление техническими системами

Пользователям предоставляется возможность управлять постановкой/снятием с использованием различных терминалов управления охранной сигнализацией и различных признаков идентификации, с использованием подсистемы контроля и управления доступом, с персонального рабочего места пользователя с использованием модуля ПО «Рубеж-08» - «Рубеж Органайзер» установленного на ПЭВМ.

Автоматическую постановку/снятие можно организовать от ведущих ШС и из программ «Рубеж Скрипт» (например, по времени, по сигналу готовности и т.д.).

Для организации пользовательских терминалов управления можно применять следующие устройства:

- УСК-02С - сетевое устройство считывания кода;
- УСК-02КС - сетевое устройство кодонаборное;
- ПУО-02 - пульт управления объектовый;
- СК-01 - сетевой контроллер устройств считывания кода;
- СКУСК-01Р - сетевой контроллер радиоканальных устройств считывания кода.

ПУО-02, УСК-02КС, клавиатура, подключенная к СК-01 удобны в использовании, когда объект не оборудован системой контроля доступа, нет необходимости в использовании бесконтактных карт, но в то же время необходимо обеспечить возможность управления подсистемой охранной сигнализации пользователями системы безопасности (разгрузка оператора системы безопасности, персонализация действий постановки и снятия с охраны). Данный вид идентификации (ПИН-код) обладает по сравнению с бесконтактными картами большей конфиденциальностью, но менее удобен в применении.

Для объектов или отдельных помещений, требующих повышенной степени безопасности, для постановки/снятия целесообразно использовать два признака идентификации (карта и ПИН-код), для этой цели подходит считыватель, со встроенной клавиатурой подключенный к СК-01.

Если есть необходимость создания терминала с высокой пропускной способностью, то имеет смысл использовать УСК-02С, либо считыватель бесконтактных карт (например, УСК-02Н) подключенный к СК-01, и выделенный для постановки на охрану, либо снятия с охраны. То есть, чтобы поставить на охрану пользователи будут подносить карту к одному считывателю, чтобы снять с охраны - к другому.

Управление техническими системами

УСК-02С представляет собой считыватель бесконтактных карт НГО стандарта со встроенной в индикатор кнопкой управления, и возможностью отображения на индикаторе состояния (на охране / снято с охраны) родительской зоны УСК (зоны в которой создано техническое средство, связанное с данным УСК). УСК-02С позволяет, с помощью встроенной кнопки управления, вводить в систему следующие команды:

- постановка на охрану зоны пользователя (зоны указанной в конфигурации пользователя);
- снятие с охраны зоны пользователя;
- постановка на охрану родительской зоны УСК;
- снятие с охраны родительской зоны УСК;
- инвертирование родительской зоны УСК (если зона стоит на охране, то будет произведено снятие с охраны, и наоборот);
- проход пользователя (используется в системе контроля и управления доступом);
- запуск программы «Рубеж Скрипт»;

выдача события запрос от ТС связанного с данным УСК (может использоваться, например, в программах «Рубеж Скрипт» для организации управления любыми объектами ТС).

Возможно задание до трех команд, указанием для запуска которых является либо поднесение карты, либо короткое нажатие + поднесение карты, либо длинное нажатие (до звукового сигнала) + поднесение карты. Успешное выполнение соответствующей команды подтверждается включением зеленого индикатора и длинным звуковым сигналом. В случае невозможности выполнения команды (например, зона не готова к постановке на охрану) прозвучит тройной звуковой сигнал и три раза на 0,5 с включится зеленый индикатор.

УСК-02С так же содержит в своем составе реле, входы для подключения датчика двери и кнопки выхода для организации точки доступа.

УСК-02КС представляет собой устройство кодонаборное оснащенное 12-кнопочной клавиатурой для ввода команд и ПИН-кода пользователей и возможностью отображения на индикаторе состояния (на охране / снято с охраны) родительской зоны УСК (зоны в которой создано техническое средство, связанное с данным УСК). В УСК-02КС есть возможность задания до четырех команд (функций). Для реализации функции по умолчанию достаточно набрать на клавиатуре УСК-02КС ПИН-код

Управление техническими системами

пользователя и нажать «#». Для явного задания функции нужно сначала ввести номер функции и нажать «#». Затем ввести ПИН-код пользователя и нажать «#». Кроме того, если для команды определена одна из функций по работе с произвольными зонами, то после набора команды необходимо ввести номер зоны для управления, нажать «#» и затем ввести ПИН-код. Если вместо ввода номера зоны просто нажать «#» - запрос на управление будет выполнен по зоне пользователя. Устройство может выполнять следующие команды:

- постановка на охрану зоны пользователя;
- снятие с охраны зоны пользователя;
- просмотр состояния зоны пользователя;
- постановка на охрану родительской зоны УСК;
- снятие с охраны родительской зоны УСК;
- инвертирование родительской зоны УСК (если зона стоит на охране, то будет произведено снятие с охраны, и наоборот);
- постановка на охрану произвольной зоны (номер которой задается на клавиатуре УСК);
- снятие с охраны произвольной зоны;
- просмотр состояния произвольной зоны;
- запуск программы «Рубеж Скрипт»;
- выдача события запрос от ТС связанного с данным УСК (может использоваться, например, в программах «Рубеж Скрипт» для организации управления любыми объектами ТС).

Успешное выполнение соответствующей команды подтверждается включением зеленого индикатора и длинным звуковым сигналом. В случае невозможности выполнения команды (например, зона не готова к постановке на охрану) прозвучит тройной звуковой сигнал и три раза на 0,5 с включится зеленый индикатор.

Управление техническими системами



Рисунок 36 Внешний вид УСК-02С



Рисунок 37 Внешний вид УСК-02КС

ПУО-02 предназначен для организации пользовательских терминалов для управления охранной сигнализацией. Позволяет ставить на охрану, снимать с охраны и просматривать состояние зон.

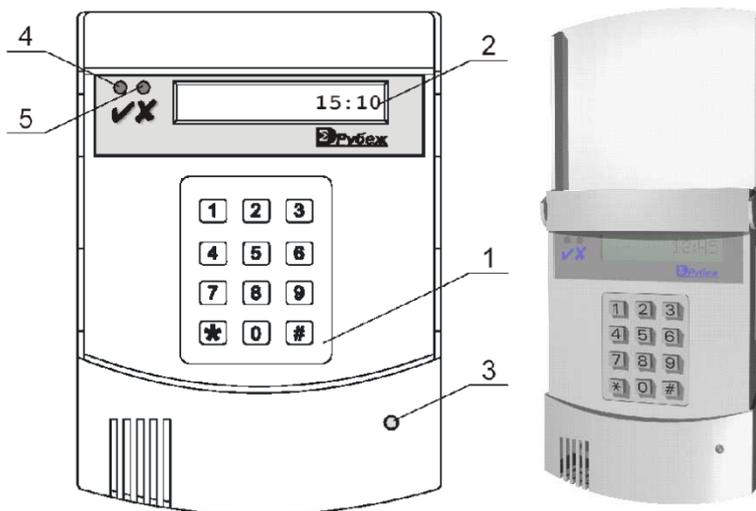


Рисунок 38 Чертеж и внешний вид устройства ПУО-02

могут подключаться в любом месте линии связи и в любой последовательности.

Необходимо отметить, что адресация сработавшего элемента охраны осуществляется до шлейфа сигнализации. Количество сработавших извещателей включенных в один ШС, а тем более какой именно из извещателей, узнать не представляется возможным.

Оборудование пользовательских терминалов

В состав подсистемы охранной сигнализации входят так же различные пользовательские терминалы, которые позволяют организовать управление постановкой/снятием на охрану/с охраны шлейфов сигнализации или зон. Организовать постановку/снятие на охрану/с охраны можно централизованно через оператора, конечными пользователями и автоматически.

Управление техническими системами

Централизованное управление постановкой/снятием через оператора подразумевает использование консоли БЦП (или пульта оператора ПУ-02), специального программного обеспечения дежурных служб системы безопасности.

Пользователям предоставляется возможность управлять постановкой/снятием с использованием различных терминалов управления охранной сигнализацией и различных признаков идентификации, с использованием подсистемы контроля и управления доступом, с персонального рабочего места пользователя с использованием модуля ПО «Рубеж-08» - «Рубеж Органайзер» установленного на ПЭВМ.

Автоматическую постановку/снятие можно организовать от ведущих ШС и из программ «Рубеж Скрипт» (например, по времени, по сигналу готовности и т.д.).

Для организации пользовательских терминалов управления можно применять следующие устройства:

- УСК-02С - сетевое устройство считывания кода;
- УСК-02КС - сетевое устройство кодонаборное;
- ПУО-02 - пульт управления объектовый;
- СК-01 - сетевой контроллер устройств считывания кода;
- СКУСК-01Р - сетевой контроллер радиоканальных устройств считывания кода.

ПУО-02, УСК-02КС, клавиатура, подключенная к СК-01 удобны в использовании, когда объект не оборудован системой контроля доступа, нет необходимости в использовании бесконтактных карт, но в то же время необходимо обеспечить возможность управления подсистемой охранной сигнализации пользователями системы безопасности (разгрузка оператора системы безопасности, персонификация действий постановки и снятия с охраны). Данный вид идентификации (ПИН-код) обладает по сравнению с бесконтактными картами большей конфиденциальностью, но менее удобен в применении.

Для объектов или отдельных помещений, требующих повышенной степени безопасности, для постановки/снятия целесообразно использовать два признака идентификации (карта и ПИН-код), для этой цели подходит считыватель, со встроенной клавиатурой подключенный к СК-01.

Если есть необходимость создания терминала с высокой пропускной способностью, то имеет смысл использовать УСК-02С, либо считыватель бесконтактных карт (например, УСК-02Н) подключенный к СК-01, и выделенный для постановки на

Управление техническими системами

охрану, либо снятия с охраны. То есть, чтобы поставить на охрану пользователи будут подносить карту к одному считывателю, чтобы снять с охраны - к другому.

УСК-02С представляет собой считыватель бесконтактных карт НГО стандарта со встроенной в индикатор кнопкой управления, и возможностью отображения на индикаторе состояния (на охране / снято с охраны) родительской зоны УСК (зоны в которой создано техническое средство, связанное с данным УСК). УСК-02С позволяет, с помощью встроенной кнопки управления, вводить в систему следующие команды:

- постановка на охрану зоны пользователя (зоны указанной в конфигурации пользователя);
- снятие с охраны зоны пользователя;
- постановка на охрану родительской зоны УСК;
- снятие с охраны родительской зоны УСК;
- инвертирование родительской зоны УСК (если зона стоит на охране, то будет произведено снятие с охраны, и наоборот);
- проход пользователя (используется в системе контроля и управления доступом);
- запуск программы «Рубеж Скрипт»;
- выдача события запрос от ТС связанного с данным УСК (может использоваться, например, в программах «Рубеж Скрипт» для организации управления любыми объектами ТС).

Возможно задание до трех команд, указанием для запуска которых является либо поднесение карты, либо короткое нажатие + поднесение карты, либо длинное нажатие (до звукового сигнала) + поднесение карты. Успешное выполнение соответствующей команды подтверждается включением зеленого индикатора и длинным звуковым сигналом. В случае невозможности выполнения команды (например, зона не готова к постановке на охрану) прозвучит тройной звуковой сигнал и три раза на 0,5 с включится зеленый индикатор.

УСК-02С так же содержит в своем составе реле, входы для подключения датчика двери и кнопки выхода для организации точки доступа.

УСК-02КС представляет собой устройство кодонаборное оснащенное 12-кнопочной клавиатурой для ввода команд и ПИН-кода пользователей и возможностью отображения на индикаторе состояния (на охране / снято с охраны) родительской зоны УСК (зоны в которой создано техническое средство, связанное с данным УСК).

Управление техническими системами

В УСК-02КС есть возможность задания до четырех команд (функций). Для реализации функции по умолчанию достаточно набрать на клавиатуре УСК-02КС ПИН-код пользователя и нажать «#». Для явного задания функции нужно сначала ввести номер функции и нажать «#». Затем ввести ПИН-код пользователя и нажать «#». Кроме того, если для команды определена одна из функций по работе с произвольными зонами, то после набора команды необходимо ввести номер зоны для управления, нажать «#» и затем ввести ПИН-код. Если вместо ввода номера зоны просто нажать «#» - запрос на управление будет выполнен по зоне пользователя. Устройство может выполнять следующие команды:

- постановка на охрану зоны пользователя;
- снятие с охраны зоны пользователя;
- просмотр состояния зоны пользователя;
- постановка на охрану родительской зоны УСК;
- снятие с охраны родительской зоны УСК;
- инвертирование родительской зоны УСК (если зона стоит на охране, то будет произведено снятие с охраны, и наоборот);
- постановка на охрану произвольной зоны (номер которой задается на клавиатуре УСК);
- снятие с охраны произвольной зоны;
- просмотр состояния произвольной зоны;
- запуск программы «Рубеж Скрипт»;
- выдача события запрос от ТС связанного с данным УСК (может использоваться, например, в программах «Рубеж Скрипт» для организации управления любыми объектами ТС).

Успешное выполнение соответствующей команды подтверждается включением зеленого индикатора и длинным звуковым сигналом. В случае невозможности выполнения команды (например, зона не готова к постановке на охрану) прозвучит тройной звуковой сигнал и три раза на 0,5 с включится зеленый индикатор.



Рисунок 36 Внешний вид УСК-02С



Рисунок 37 Внешний вид УСК-02КС

ПУО-02 предназначен для организации пользовательских терминалов для управления охранной сигнализацией. Позволяет ставить на охрану, снимать с охраны и просматривать состояние зон.

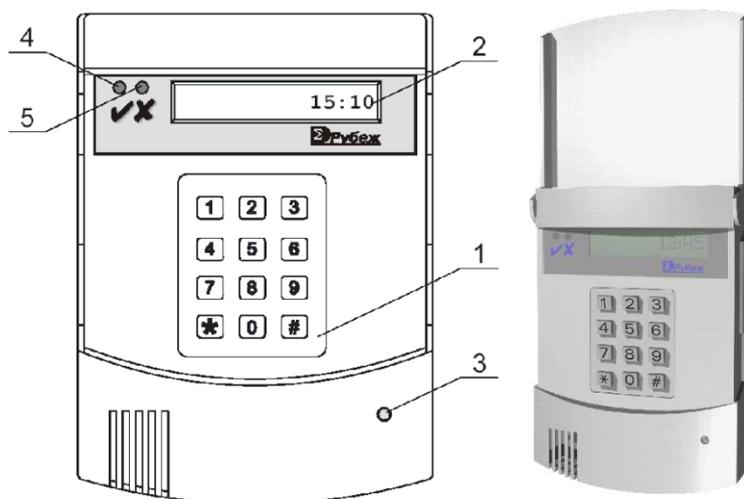


Рисунок 38 Чертеж и внешний вид устройства ПУО-02

ПУО-02 имеет встроенную клавиатуру (1) для ввода ПИН-кода и команд пользователя и жидкокристаллический текстовый однострочный 16символьный дисплей (2) с подсветкой для отображения информации. Рядом с дисплеем расположены два светодиодных индикатора красного и зеленого цвета для индикации результата выполнения команд. При успешном выполнении команды на две секунды загорится зеленый индикатор (4) и прозвучит длинный звуковой сигнал. При ошибке прозвучит тройной звуковой сигнал и три раза моргнет красный индикатор (5). ПУО работает в одном из трех основных режимов:

- 1) работа с произвольными зонами, зону можно выбрать непосредственно вводом номера с клавиатуры, либо выбрать из списка;

Управление техническими системами

- 2) работа с родительской зоной (зоной в которой создано техническое средство связанной с данным ПУО);
- 3) работа с зоной пользователя (с зоной, которая указывается в конфигурации пользователя).

Преимущество ПУО-02 заключается в наличии дисплея, при помощи которого пользователь получает возможность контроля своих действий, а так же при просмотре состояния и постановке на охрану зоны в случае, когда есть неготовые к постановке ШС, получить информацию, какие именно.

Недостатком является то, что ПУО не может генерировать событий «Запрос» и управлять запуском программ «Рубеж Скрипт».

СК-01 представляет собой контроллер устройств считывания кода с выходным интерфейсом Wiegand-26 и имеет в своем составе оборудование для организации точки доступа (2 реле, 2 входа для подключения датчика двери, 2 входа для подключения кнопки выхода, по одному на каждый УСК). В качестве устройств считывания кода можно использовать считыватели бесконтактных карт, клавиатуры для ввода ПИН-кода, совмещенные считыватели с клавиатурой, устройства Touch Memoгу.

СК-01 предназначен для организации системы контроля и управления доступом и имеет возможность создания пользовательских терминалов управления охранной сигнализацией. Управлять охранной сигнализацией (ставить и снимать с охраны зоны) можно с УСК, работающего в составе СКД, либо с выделенного УСК для постановки/снятия с охраны.

При использовании УСК в составе СКД есть возможность ставить/снимать с охраны родительскую зону УСК (зону, в которой создано ТС «Точка доступа» и связано с данным УСК) либо зону пользователя (зону, указанную в конфигурации пользователя) в зависимости от того, как сконфигурировано ТС «Точка Доступа». СК-01 позволяет индицировать на УСК состояние родительской зоны (при условии, что задействован выход красного индикатора УСК), в этом случае если родительская зона снята с охраны, красный индикатор мигает один раз в четыре секунды, если стоит на охране - два раза в секунду.

Если в качестве УСК используется клавиатура, либо считыватель, совмещенный с клавиатурой, то появляется возможность ставить и снимать с охраны произвольную зону (номер зоны указывается с клавиатуры).

Управление техническими системами

Указанием к постановке на охрану является удержание в нажатом состоянии более трех секунд кнопки выхода. В этом случае УСК переходит в режим постановки на охрану. Необходимо закрыть дверь и в течение 10 сек. ввести идентификатор пользователя. Ввод идентификатора пользователя при использовании считывателя бесконтактных карт является поднесением карты, при использовании клавиатуры - ввод ПИН-кода и нажатие клавиши #, при использовании считывателя совмещенного с клавиатурой - ввод ПИН-кода и поднесение карты. Если точка доступа контролируется на вход и выход (считыватель на входе в помещение и на выходе), то для реализации функции постановки на охрану можно использовать кнопку выхода от первого УСК. Снятие с охраны родительской зоны УСК производится вводом в УСК идентификатора пользователя. Для указания необходимой операции можно использовать устройство постановки/снятия (Рис.71).

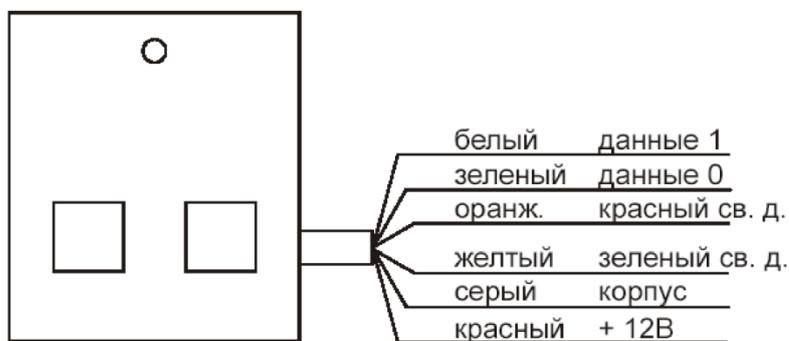


Рисунок 39 Устройство постановки/снятия

Устройство постановки/снятия подключается к входу второго УСК в СК-01, при этом для постановки/снятия с охраны используется УСК, подключенный к входу первого УСК в СК-01. Для постановки/снятия необходимо указать на устройстве постановки/снятия соответствующую операцию и в течение трех секунд ввести идентификатор пользователя в первый УСК. Для правильной работы устройства постановки/снятия необходимо в параметрах УСК, к которому подключено данное устройство, установить функцию «Вход» либо «Выход» и тип «Устройство постановки/снятия». Первому УСК необходимо установить функцию «Вход» либо «Выход». Если в качестве УСК используется считыватель УСК-02Н производства ООО «Сигма-ИС», то устройство постановки на охрану встроено в светодиодный индикатор УСК-02Н.

При использовании СК-01 можно организовать пользовательские терминалы управления охранной сигнализацией. Для этого при конфигурировании УСК необходимо выставить одну из двух функций: постановка на охрану; снятие с охраны. В этом случае при вводе идентификатора пользователя в УСК будет производиться

Управление техническими системами

либо постановка, либо снятие с охраны (в зависимости от функции УСК) зоны пользователя. УСК может быть связано с ТС «Терминал» или ТС «Точка Доступа».

Для удобства пользования терминалами целесообразно устанавливать два считывателя и один выделять для постановки на охрану, а другой для снятия с охраны.

СКУСК-01Р предназначен для работы с радиоканальным оборудованием компании «Альтоника»: приемник КК-1К, модификация с выходным интерфейсов с выходным интерфейсов Wiegand-26, радиобрелок четырехкнопочный RES4-K.



Рисунок 40 Приемник RR-1R и радиобрелок четырехкнопочный RES4-K

При помощи брелка можно вводить до шести команд, список доступных команд:

- 1) постановка на охрану зоны пользователя (зоны указанной в конфигурации пользователя);
- 2) снятие с охраны зоны пользователя;
- 3) постановка на охрану родительской зоны УСК (зона в которой создано техническое средство, связанное с элементом оборудования «Приемник» в СКУСК-01Р);
- 4) снятие с охраны родительской зоны УСК;
- 5) инвертирование состояния родительской зоны УСК (если зона находится на охране, производится снятие с охраны, и наоборот);
- 6) проход пользователя (в качестве исполнительного устройства точки доступа используется Реле 1);
- 7) запуск программы «Рубеж Скрипт»;
- 8) выдача события запрос от ТС «Терминал» связанного с элементом оборудования «Приемник» в СКУСК-01Р (может использоваться, например, в программах «Рубеж Скрипт» для организации управления любыми объектами ТС).

Управление техническими системами

Команды вводятся нажатием с 1-ой по 4-ой кнопки брелка, а так же совместном нажатии кнопок 1 и 3, и кнопок 1 и 4. Важной особенностью является то, что тип команды задается в параметрах СКУСК-01Р и одинаков для всех пользователей, которым в качестве идентификаторов прописаны радиобрелки.

В приборе «Рубеж-060» есть возможность подключения приемника тревожных радиокнопок. Состав оборудования:

- RS-200RD - приемник тревожных радиокнопок, подключается через интерфейсный блок БИ-01 посредством KRS-232;
- RS-701T - тревожная радиокнопка, обладает высокой дальностью, при однократном нажатии на кнопку передает три сигнала с целью увеличения надежности срабатывания;
- RS-701T8 - тревожная радиокнопка.



Рисунок 41 Приемник радиокнопок RS-200RD и радиокнопки RS-701T и RS-701T8

Радиокнопки предназначены для беспроводной передачи тревожных сигналов при нападении на охраняемых лиц.

Оборудование для рабочего места оператора системы безопасности

При построении комплексных систем безопасности для крупных объектов, целесообразно обеспечить управление всей системой от единого центра, в качестве которого выступает ЛВС на основе ПЭВМ. В этом случае ведущую роль в обеспечении надежности, функциональности и качественных характеристиках системы безопасности играет **программное обеспечение**, на базе которого реализуются рабочие места операторов системы безопасности.

Несмотря на это, принцип построения ИСБ «Рубеж» основан на высокой интеллектуальности БЦП, который обеспечивает полное управление системой без необходимости подключения к ПЭВМ. В этом случае основным устройством управления и отображения информации об объекте для оператора является панель управления БЦП («Рубеж-08»). Для управления можно также использовать панель управления встроенную в ПУ-02. Необходимо помнить, что панель управления,

Управление техническими системами

встроенная в ПУ-02 полностью синхронизирована с панелью в БЦП и является абсолютной копией. С помощью ПУ-02 нельзя организовать второе независимое рабочее место оператора системы безопасности - все действия одного оператора будут дублироваться на панели другого оператора. В ПУ-02 встроено также реле для подключения внешнего оповещателя.

На объектах, где применение ПЭВМ для работы оператора нецелесообразно, либо навыки работы операторов этого не позволяют, для оперативного отображения ситуации на объекте удобно пользоваться блоком индикации состояний - БИС-01.

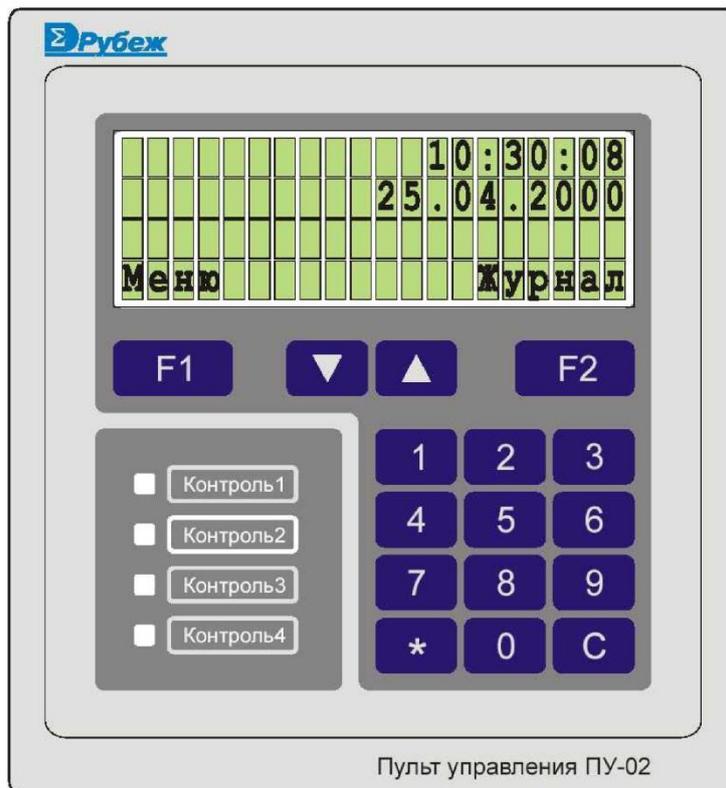


Рисунок 42 Пульт управления ПУ-02

Данное устройство содержит в своем составе 64 двуцветных светодиодных индикатора для отображения состояния различных элементов системы безопасности. В БИС-01 встроены звуковой сигнализатор для выдачи тревожной сигнализации при переходе контролируемых объектов в тревожное состояние и кнопка фиксации тревожного состояния оператором (факт нажатия кнопки фиксируется в журнале событий БЦП). Каждому индикатору можно назначить один из объектов: Зона, объект ТС, Оборудование, Временная зона, Переменная, Программа «Рубеж Скрипт», Дублер. При отображении состояния объектов используется следующий принцип: чем тревожнее состояние, тем чаще моргает индикатор и тем ближе его цвет к красному.

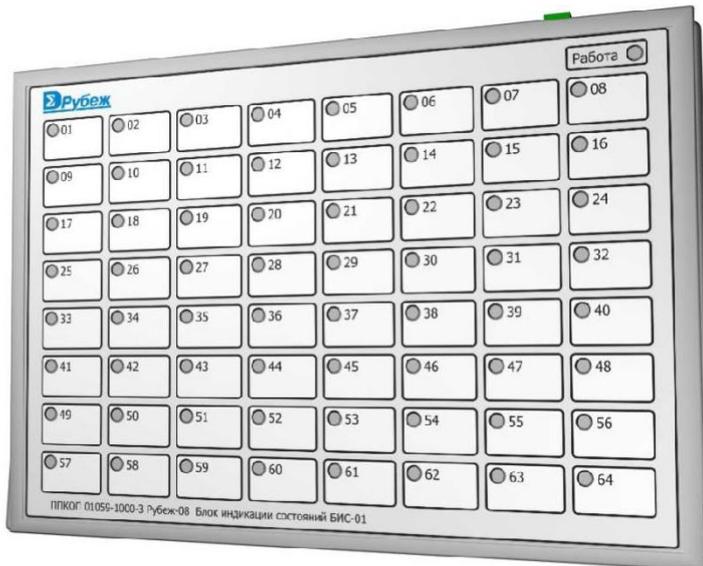


Рисунок 43 Блок индикации состояний – БИС-01

БИС-01 удобно использовать и для предоставления информации о состоянии зон конечным пользователям системы безопасности при постановке и снятии с охраны, например, рядом со считывателями, выделенными для постановки/снятия.

2. Подсистема технологической сигнализации

Разветвленная сетевая архитектура современных ИСБ, состоящая из аппаратных и программных средств, каналов передачи данных, представляет собой по своей сути автоматизированную систему управления (АСУ). Широкие возможности и мощные вычислительные ресурсы современных ИСБ позволяют на их базе обеспечить управление не только системами безопасности, но и технологическим инженерным оборудованием объекта или здания, предназначенным для его функционирования и жизнеобеспечения (электро-газо-водо-снабжение, отопление, вентиляция, освещение, лифты и др.). Объединение АСУ инженерным оборудованием с ИСБ (по терминологии приведенной выше, такие системы называют - **АСУ Функционированием Жизнеобеспечением Безопасностью**) позволяет с одной стороны повысить безопасность объекта от угроз связанных с аварийными ситуациями (утечки газа, протечки воды, опасные перегрузки в электроснабжении и т.д.), с другой стороны, в критических ситуациях обеспечить управление инженерным оборудованием по специальной программе. Например, при пожаре, лифты должны опускаться на первый этаж и открываться.

Немаловажным фактором включения функций управления инженерным оборудованием в ИСБ является экономика. Расходы на оснащение объекта системами безопасности с экономической точки зрения являются затратными. Применение АСУ ФЖБ может принести реальную прибыль за счет экономичного использования

Управление техническими системами

энергоносителей, сокращения обслуживающего персонала, снижения стоимости прокладки линий связи и др.

ИСБ «Рубеж» за счет своих универсальных возможностей аппаратных и программных средств может быть эффективно использована для построения АСУ ФЖБ. Специально для этих целей в составе системы имеются сетевые контроллеры, предназначенные для контроля и управления технологическим и дополнительным оборудованием, а также для контроля исправности технологического оборудования. Для реализации функций контроля применяются сетевые устройства ввода сигналов.

Для приема дискретных электрических сигналов обратной связи от устройств автоматики (оборудование противодымной защиты, насосы, запорная арматура и др.), имеющих выход в виде нормально-разомкнутых или нормально-замкнутых контактов предназначены сетевые контроллеры шлейфов сигнализации СКШС-03-4 и СКШС-03-8.

Для приема аналоговых сигналов от датчиков, измерителей и другого технологического оборудования, имеющего выходы аналоговых сигналов тока и напряжения по ГОСТ 26.011-80 предназначен сетевой контроллер СКАС-01.

Для реализации функций управления предназначены сетевые контроллеры исполнительных устройств СКИУ-01 и блок релейный адресный БРА-01 (из состава «Рубеж-07-3»).

Сетевые контроллеры дискретных входных сигналов

Сетевой контроллер шлейфов сигнализации СКШС-03-4 предназначен:

- для приема электрических сигналов обратной связи от устройств автоматики (оборудование противодымной защиты, насосы, запорная арматура и др.), имеющих выход в виде нормально-разомкнутых или нормально-замкнутых контактов;
- для передачи информации о состоянии контактов оборудования и ШС в блок центральный процессорный (БЦП).

СКШС контролирует исправность ШС с автоматическим выявлением короткого замыкания и обрыва.

Управление техническими системами

Таблица 15 Параметры СКШС-03-4 (в скобках СКШС-03-8)

Параметр	Значение
Число подключаемых ШС	4 (8)
Напряжение на разомкнутом ШС, В, в пределах	от 24 до 28
Ток короткого замыкания ШС, мА, в пределах	от 18 до 24
Сопротивление изоляции между ШС, МОм, не менее	20
Питание СКШС постоянного тока напряжением, В	10...28
Максимальный ток потребления (режим короткого замыкания всех ШС), мА, не более:	
при напряжении питания 10-14В (соответственно)	350-250 (700-500)
при напряжении питания 21-28В (соответственно)	160-130 (320-250)
Собственный ток потребления СКШС (режим «обрыв» всех ШС), мА, не более:	
при напряжении питания 10-14 В (соответственно)	130-90 (250-180)
при напряжении питания 21-28 В (соответственно)	70-50 (130-100)
Сопротивление проводов ШС, Ом, не более	500
Сопротивление изоляции между проводами одного ШС, кОм, не менее	20
Интерфейс связи с БЦП	RS-485
Максимальная протяженность линии связи с БЦП, м	1200
Линия связи	экранированная (неэкранированная) витая пара 3...5 категории с возвратным проводом.
Скорость передачи данных, бит/с	9600/19200
СКШС выдает сообщения на БЦП:	
«КЗ» при сопротивлении ШС, Ом	менее 600
«Замкнуто» при сопротивлении ШС, Ом, в пределах	от 600 до 1600
«Разомкнуто» при сопротивлении ШС, Ом, в пределах	от 1600 до 5000
«Обрыв» при сопротивлении ШС, Ом	более 5000
Время реакции на изменение состояния ШС, мс, в пределах (задается программно)	50 – 5000

Схемы включения ШС приведены на рисунках. Данные схемы справедливы для нормально замкнутых и нормально разомкнутых контактов.

Наличие или отсутствие контроля КЗ или обрыва ШС конфигурируется в БЦП.

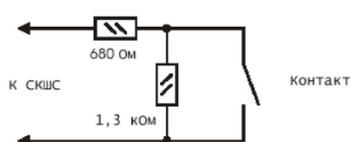


Рисунок 44 Типовая схема включения ШС с контролем КЗ и обрыва

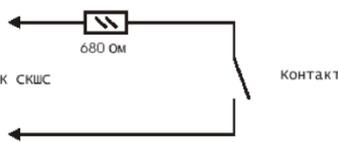


Рисунок 45 Схема включения ШС с контролем КЗ

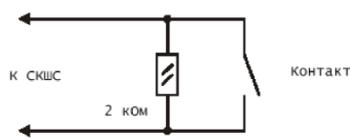


Рисунок 46 Схема включения ШС с контролем обрыва



Рисунок 47 Схема включения ШС без контроля КЗ и обрыва

Управление техническими системами

Сетевой контроллер аналоговых сигналов СКАС-01 предназначен для работы с датчиками, измерителями и другим технологическим оборудованием, имеющим выходы аналоговых сигналов тока и напряжения по ГОСТ 26.011-80 и позволяющими регистрировать медленноменяющиеся технологические процессы.

Применение СКАС-01 совместно с приборами приемно-контрольными охранно-пожарными (и управления) ППКОПУ 01059-1000-3 «Рубеж- 08», ППКОП 01059-100-4 «Рубеж-060» и устройствами БИС-01, СКИУ-01 позволяет осуществлять контроль уровней технологических параметров и управление технологическим оборудованием.

СКАС-01 позволяет:

1. Производить измерение по 4-м датчикам с выходом по току (0... 20 мА) или по напряжению (0.10 В);
2. Питатель измерительные датчики от выходов линий питания измерительных датчиков для каждого измерительного канала;
3. Передавать измеренные значения параметров в БЦП приборов по линии связи К8-485.

Основные технические характеристики контроллера приведены в таблице.

Управление техническими системами

Табл. 25 Технические характеристики СКАС-01

Параметр	Значение
Питание СКАС осуществляется от сети постоянного тока или резервного источника питания напряжением, В	10,5 ... 28
Ток, потребляемый СКАС от резервного источника питания, мА, не более:	
при напряжении питания 10,5 В;	200
при напряжении питания 28 В.	100
Количество аналоговых каналов.	4
Количество измерительных входов на один канал	2 (ток/напряжение)
Напряжение гальванической развязки между входными и измерительными цепями, В, не более	500
Диапазон аналоговых сигналов по току, мА	0 ... 20 (4 ... 20)
Разрешение аналоговых сигналов по току, мкА	20
Погрешность измерения аналоговых сигналов по току, мкА	± 50
Диапазон аналоговых сигналов по напряжению, В	0 ... 10
Разрешение аналоговых сигналов по напряжению, мВ	10
Погрешность измерения аналоговых сигналов по напряжению, мВ	± 25
Минимальная длительность формирования результата измерения одного канала, мс	77.684
Максимальная длительность формирования результата измерения одного канала, с	3.107
Сопротивление линии связи с датчиком, Ом, не более	10
Максимальное сопротивление входа по току, Ом (не более)	100
Сопротивление входа по напряжению, Ом	11 кОм ± 1%
Напряжение выхода питания датчиков каждого измерительного канала, В	25-28
Максимальный ток выхода питания датчиков каждого измерительного канала, мА	20
Интерфейс связи с БЦП	RS485
Максимальная протяженность линии связи БЦП с СУ (без ретрансляторов), м	1200
Линия связи	Симметричная экранированная витая пара
Скорость обмена с СУ, бод	9600, 19200
Степень защиты от воздействия окружающей среды	IP20 ; IP65
Диапазон рабочих температур, °С:	
- для СКАС в исполнении IP20;	-10 ... +50
- для СКАС в исполнении IP65.	-30 ... +50
Относительная влажность воздуха при температуре +25°С, не более	90%
Габариты, мм, не более:	
- для СКАС в исполнении IP20;	165x110x32

Параметр	Значение
- для СКАС в исполнении IP65 (габариты корпуса без учета гермовводов).	171x145x55
Масса, кг, не более	
- для СКАС в исполнении IP20;	0,27
- для СКАС в исполнении IP65.	0,35

СКАС используется в качестве сетевого устройства и подключается по линии связи к БЦП по интерфейсу К8-485. Устройство содержит 4 аналоговых канала, с возможностью подключения по отдельным входам измерительных датчиков с выходным сигналом по току или по напряжению. В качестве датчиков с выходным сигналом по току могут применяться датчики с двух и трехпроводной схемой подключения с величиной изменения по току (4 - 20)мА или (0 - 20)мА, а также датчики с выходным сигналом по напряжению с величиной изменения по напряжению (0 - 10)В. Возможно применение дискретных датчиков с уровнем логической (1 - 10)В

Управление техническими системами

по напряжению или до 20 мА по току. В этом случае предусмотрено задание соответствующих порогов в БЦП.

Электропитание измерительных датчиков возможно от внешнего источника питания или от СКАС по специальным линиям питания измерительных датчиков для каждого измерительного канала.

Примеры подключения датчиков показаны на рисунках 81-82.

В состав схемы СКАС входят следующие элементы (рисунок 80):

- 1) микроконтроллер - обеспечивает измерение уровней преобразованных сигналов, поступающих по 4-м аналоговым каналам, индикацию опроса по каждому каналу, обмен данными с БЦП по линии связи К8-485 и индикацию;
- 2) блок питания - содержит схему стабилизации +5В для питания цифровой схемы СКАС, четыре гальванически развязанных источника питания для аналоговых каналов;
- 3) аналоговые каналы - содержат гальванически-развязанные входные цепи и обеспечивают преобразование “напряжение-частота” (ПНЧ) по входу напряжения (+Ц) или по входу тока (+1) . Входные цепи по току защищены термopредохранителями, а по напряжению варисторами(на блок-схеме не показаны);
- 4) схема сигнала тампера служит для приема сигнала от датчика вскрытия корпуса (геркон);
- 5) схема сброса - формирует сигнал сброса микроконтроллера при понижении питающего напряжения;
- 6) память ЕЕРКОМ - содержит данные калибровки прибора;
- 7) схема управления приемопередатчиком и приемопередатчик ППУ - обеспечивают связь по линии с БЦП по интерфейсу К8-485 и светодиодную индикацию передачи от СКАС.

Управление техническими системами

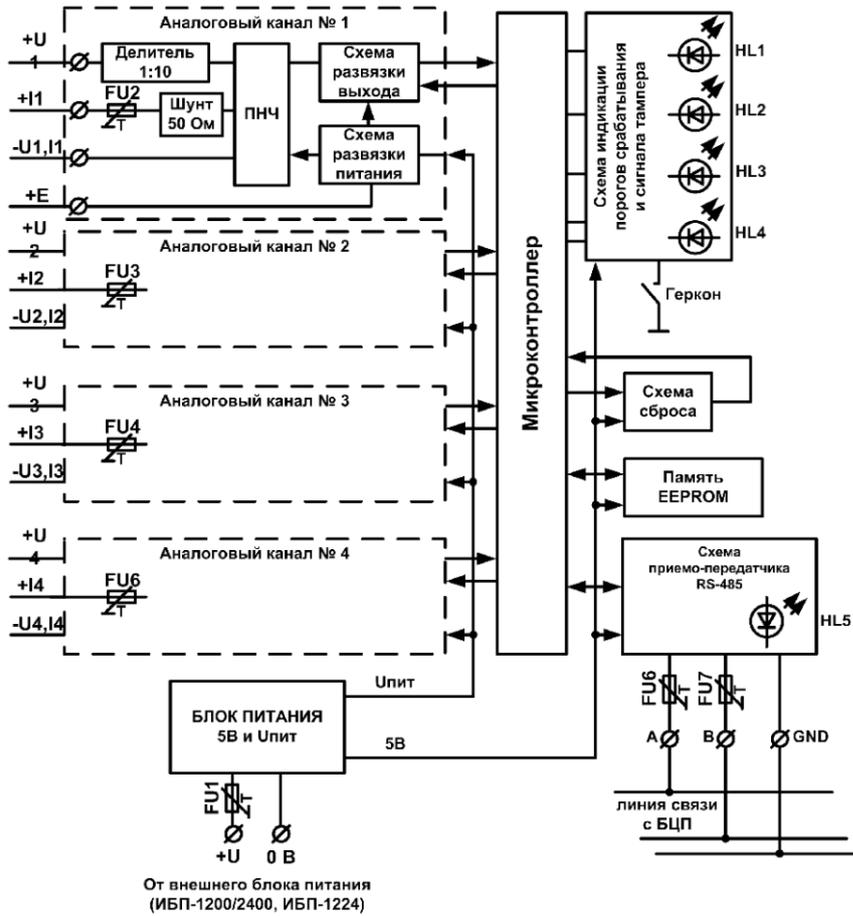


Рисунок 48 Структурная схема СКАС

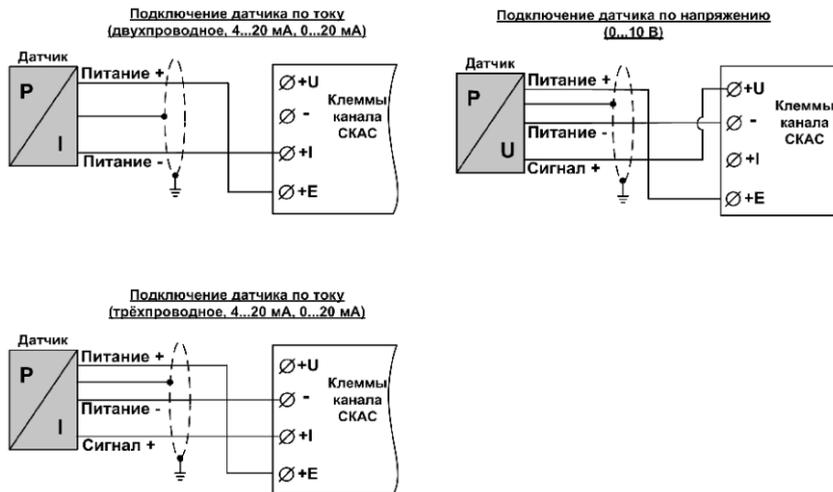


Рисунок 49 Примеры подключения датчиков с питанием от СКАС

Управление техническими системами

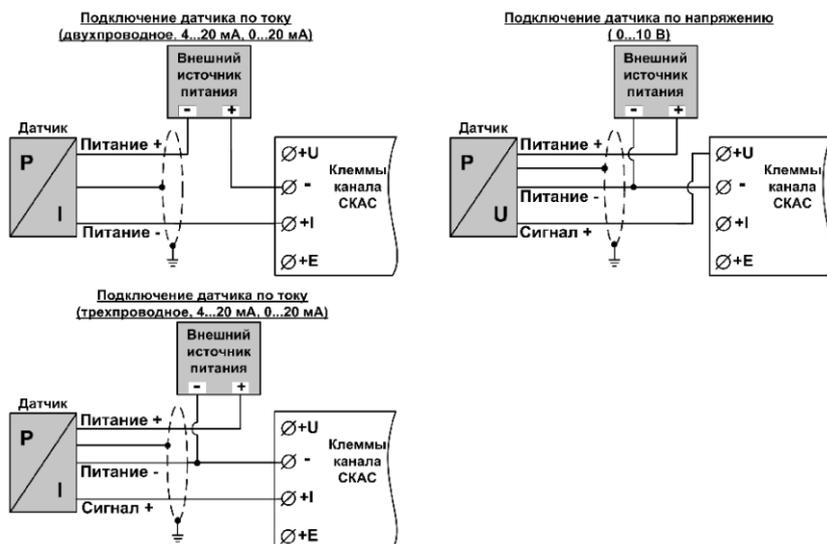


Рисунок 50 Примеры подключения датчиков с использованием внешних источников питания

Сетевой контроллер исполнительных устройств

Сетевой контроллер исполнительных устройств (СКИУ) предназначен для приема управляющих сигналов от БЦП блока центрального и управления исполнительными устройствами с помощью четырех выходных реле с переключаемыми контактами. СКИУ выпускается в двух исполнениях по напряжению питания:

СКИУ-01-12 - с напряжением питания 12 В.

СКИУ-01-24 - с напряжением питания 24 В.

Таблица 16 Технические характеристики СКИУ

Параметр	Значение
Число выходов управления	4
Тип контактов реле	переключающий
Максимальная протяженность линии связи (RS485) с БЦП, м	1200
Скорость передачи данных, бит/сек	9600, 19200
Напряжение питания СКИУ-01-12 от источника постоянного тока, В	12 +3-1,8
Напряжение питания СКИУ-01-24 от источника постоянного тока, В	24±4
Ток потребления СКИУ-01-12 (СКИУ-01-24) при выключенных реле, мА, не более	50
Ток потребления СКИУ-01-12, максимальный (при включении 4 реле), мА	150
Ток потребления СКИУ-01-24, максимальный (при включении 4 реле), мА	120
Выходные характеристики реле (коммутируемое напряжение постоянного или переменного тока)	2 А, 250 В

Программная поддержка объекта ТС

«Технологический ШС»

Объект ТС «Технологический ШС» предназначен для построения технологической сигнализации. Данный объект может быть использован для контроля состояния различных элементов системы автоматического управления, имеющих выходы контроля. События от этого ТС могут использоваться в программах «Рубеж Скрипт».

Технологический ШС может организовываться как на базе аналоговых входов (СКАС-01), так и дискретных входов других сетевых контроллеров.

Управление техническими системами

Для организации дискретных входов рекомендуется использовать СКШС-03-4(8). Состоянию ТС «ОбластьО» соответствует состояние ШС СКШС-03 «Замкнуто». Состоянию ТС «Область1» соответствует состояние ШС СКШС-03 «Разомкнуто».

Для организации аналоговых входов используется сетевой контроллер аналоговых сигналов SKAC-01. Аналоговые входы могут использоваться для получения и дальнейшее обработки в системе значений различных аналоговых датчиков: температуры, влажности, загазованности и т.д.

В случае дискретного входа, ТС может иметь 2 состояния (ОбластьО, Область1), в случае аналогового - 4 состояния (ОбластьО, Область1, Область2, Область3). Для определения границ между областями (в случае аналогового входа) используются задаваемые пороги.

При переходе ТС из одной области в другую формируется соответствующее событие. Для областей можно назначать пользовательские названия. Это позволяет задавать предметные названия в терминах оборудования, работающего с данным ТС.

Объект ТС «Технологический ШС» имеет следующие параметры:

Таблица 17 Параметры ТС «Технологический ШС»

Параметр	Описание
Тип	Тип входа технологического ШС: дискретный или аналоговый
Области	Параметры области
Пороги	Задание порогов между областями (только для аналогового входа)
Датчик	Тип датчика, подключаемого к аналоговому входу
Период	Период передачи на ПЭВМ текущего значения аналогового входа

Программирование параметров производится с помощью меню дисплея ЖКИ БЦП. Ниже рассматриваются пункты меню задания этих параметров.

Параметр «Тип» определяет тип входа: дискретный или аналоговый.

Параметр «Области» задает параметры областей. Для дискретного входа могут быть определены 2 области, для аналогового - 4. Возможные параметры областей приведены в таблице.

Таблица 18 Параметры областей ТС «Технологический ШС»

Параметр	Описание
Текст	Задание пользовательского названия для события, которое формируется при переходе в данную область, также это название используется для названия самой области (состояния)
Тревога	Данный параметр указывает, является ли событие «Вход – 1» тревожным или информационным.
Состояние	Определение значения состояния индикатора БИС-01, которым индицируется состояние ТС в данной области

ластями «ОбластьО» и «Область1». «Порог2» является границей между областями «Область1» и «Область2». «Порог3» является границей между областями «Область2» и «Область3».

Управление техническими системами

Параметр «Датчик» используется только для аналоговых входов. Здесь может быть задан аналоговый датчик, который подключен к данному аналоговому входу. Всего в БЦП может быть определено до 14-ти различных типов аналоговых датчиков. Датчик позволяет выводить текущее аналоговое значение не в абстрактных отсчетах АЦП, а в предметных величинах (например, температуру в градусах, массу в килограммах и т.д.). Для этого в конфигурации датчика указываются необходимые параметры (таблица 28). Вывод аналогового значения входа осуществляется в окне просмотра состояния ТС.

Таблица 19 Параметры аналоговых датчиков

Параметр	Описание
Название	Задание пользовательского названия датчика
Выход	Задание типа выхода датчика
Мин	Минимальное значение, измеряемое датчиком
Макс	Максимальное значение, измеряемое датчиком
Префикс	Текст, выводимый перед аналоговым значением
Постфикс	Текст, выводимый после аналогового значения

Параметр «Период» используется только для аналоговых входов. Здесь задается период передачи в ПЭВМ аналогового значения ТС в секундах. Если период не задан, значение передается в ПЭВМ при каждом изменении. Диапазон задания значения периода 1-255 сек.

При программировании системы технологической сигнализации задаются также параметры СКАС-01. Данное устройство имеет следующие параметры программирования:

Таблица 20 Параметры программирования СКАС-01

Параметр	Описание
Конфигурация	Задание параметров конфигурации входов
Состояние	Просмотр состояния входов СКАС-01
Питание	Просмотр значения напряжения питания СКАС-01

Параметр «Конфигурация» определяет тип подключаемого аналогового датчика и степень усреднения аналогового значения. Тип выхода подключаемого аналогового датчика (параметр «Тип»): 4-20 тА, 0-20 тА, 0-5 тА, 0-5 V, 1-5 V, 0-10 V. Степень усреднение данных, получаемых с аналогового датчика (параметр «Усреднение») может находиться в диапазоне 0-10. Например, если задано значение усреднения 5, то СКАС-01 производит пять выборок значения аналогового входа и затем передает в БЦП усредненное значение (как среднее арифметическое). Параметр «Состояние» определяет состояние входов СКАС-01 в виде меню. Параметр «Питание» определяет значение напряжения питания СКУП-01.

Лекция

по теме 2.1.4. Возможности подсистем ИСБ

ВОПРОСЫ

1. Подсистема пожарной сигнализации.
 - 1.1. Пороговая подсистема пожарной сигнализации.
 - 1.2. Адресно-аналоговая подсистема пожарной сигнализации.
2. Подсистема контроля и управления доступом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крахмалев А.К. Интегрированная система безопасности "Рубеж": Учебное пособие. М.: 2007. – 244 с. (с. 141-172).

1. Подсистема пожарной сигнализации

Одной из самых важных, в составе ИСБ, по праву считается подсистема обеспечения пожарной безопасности. Ее качественная и надежная работа напрямую связана с безопасностью людей и материальных ценностей объекта охраны. Система пожарной сигнализации, в общем случае, состоит из технических средств обнаружения пожара и оповещения о пожаре. Основные средства обнаружения пожара это:

- Извещатели;
- Приборы приемно-контрольные пожарные (ППКП);
- Оповещатели и средства оповещения.

Главным критерием, определяющим тип пожарной сигнализации, является способ взаимодействия между ППК и извещателем. Это взаимодействие выражается, прежде всего, в определении местоположения извещателя в системе (адресация), а также в передаче извещателем в ППК информации о состоянии охраняемого объекта.

Исходя из способа взаимодействия ППК и извещателей, определяют три основных типа систем пожарной сигнализации:

- Пороговые;
- Адресные;
- Адресно-аналоговые.

Управление техническими системами

Традиционные системы используют пороговые извещатели, при этом определение местоположения сработавшего извещателя в системе (адресация) обеспечивается не конкретным извещателем, а лишь шлейфом сигнализации, в который он включен. В традиционных системах решение о возникновении пожара принимает извещатель и передает в ППК уже сформированное извещение. Недостатком традиционных систем является невозможность точного определения сработавшего извещателя, а также низкая степень контроля со стороны ППК работоспособности извещателя.

Адресные системы позволяют определять состояние непосредственно каждого извещателя, так как благодаря наличию адреса извещателя и специального протокола обмена, ППК опрашивает все извещатели индивидуально. Однако, решение о возникновении пожара, как и в традиционных системах, принимается самим извещателем.

Наиболее развитыми являются адресно-аналоговые системы. Здесь ППК, также как и в адресных системах, имеет возможность опрашивать каждый извещатель индивидуально. Основное же отличие от адресных систем состоит в том, что извещатели передают в ППК информацию о количественной характеристике измеряемых параметров (задымленность или температура), являясь, по сути, измерителями. Решение о возникновении пожара принимает ППК, что позволяет максимально гибко настроить систему на раннее обнаружение пожара при низкой вероятности ложных тревог.

В ИСБ «Рубеж» подсистема пожарной сигнализации может быть реализована с использованием адресно-аналоговых извещателей и адресных модулей производства компании «Систем Сенсор» - мирового лидера по производству пожарных извещателей.

Пороговая подсистема пожарной сигнализации

Пороговая подсистема пожарной сигнализации и противопожарной автоматики реализуется с помощью дополнительных блоков, входящих в комплект поставки системы «Рубеж». Для реализации функций пожарной сигнализации и управления противопожарной автоматикой, могут использоваться сетевые контроллеры шлейфов сигнализации - для приема извещений от пороговых пожарных извещателей, и релейные блоки для управления устройствами оповещения и противопожарной автоматики /14/. Также могут быть задействованы шлейфы БЦП и его релейные и потенциальные выходы.

Управление техническими системами

В составе ИСБ «Рубеж-07-3» для подсистемы пожарной сигнализации и противопожарной автоматики могут быть использованы следующие блоки:

- блок линейный адресный ЛБ-07;
- блок релейный адресный БРА-03-4.

ЛБ-07 предназначен для приема электрических сигналов тревожных сообщений от автоматических и ручных пожарных извещателей с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, от активных пожарных извещателей с бесконтактным выходом ИП212-5М (ДИП-3М), ИП212-26 (ДИП-У), РИД-6М, ИП212-7 (ИДПЛ-1) и т. п.

Блок представляет из себя по принципу действия адресный расширитель - устройство подключаемое с одной стороны в адресную двухпроводную линию связи (адресный шлейф БЦП), а с другой стороны имеющее входы радиальных шлейфов для подключения обычных неадресных пожарных извещателей и электроконтактных датчиков. Питание блоков ЛБ-07 осуществляется от дополнительной линии напряжением 24В. Таким образом, по четырехпроводной линии связи может обеспечиваться работа 64х блоков ЛБ-07. Каждый блок имеет 4 радиальных шлейфа сигнализации. При этом общее количество контролируемых шлейфов составляет 255. Сочетание адресной четырехпроводной линии связи и блоков - расширителей с радиальными шлейфами позволяет оптимальным образом проектировать разводку кабельных магистралей на объектах с учетом экономичного расхода кабельной продукции.

Блок контролирует исправность шлейфов сигнализации с автоматическим выявлением обрыва или короткого замыкания и передает информацию о состоянии извещателей и шлейфов в БЦП. При коротком замыкании или обрыве шлейфа выдается сигнал «Неисправность», а при срабатывании пожарного извещателя - сигнал «Пожар».

Важной особенностью ЛБ-07 является то, что параметры радиальных шлейфов сигнализации (напряжение, ток и метод контроля) совпадают с аналогичными характеристиками шлейфов популярного прибора пожарной сигнализации ППК-2, который был разработан в 90 годы, производился на нескольких заводах и в настоящее время еще широко применяется. Параметры шлейфа сигнализации ППК-2 используются во многих новых приборах пожарной сигнализации, и фактически стали стандартом как для приемно-контрольных приборов, так и для извещателей, включаемых в такой шлейф сигнализации.

Управление техническими системами

Использование этого принципа контроля шлейфа в приборе «Рубеж» позволило обеспечить совместимость его практически со всеми пожарными извещателями отечественного и зарубежного производства. В шлейфы можно включать как пассивные пожарные извещатели (с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами), активные пожарные извещатели с питанием по шлейфу сигнализации и с рабочим напряжением 12 В и 24 В, а также ручные пожарные извещатели с квитированием сигнала тревоги.

Наиболее широкими возможностями для работы с пороговыми пожарными извещателями обладают сетевые контроллеры шлейфов сигнализации СКШС-01. Они предназначены:

- 1) для приема электрических сигналов тревожных сообщений от автоматических и ручных пожарных извещателей (ИП) с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, от активных пожарных извещателей с бесконтактным выходом (типа ИП212-3С, ИП212-5М, ИП105, ИПР, ИПР-3С и т.п.);
- 2) для приема электрических сигналов тревожных сообщений от автоматических охранных извещателей (ИО) с нормально-замкнутыми контактами и активных охранных извещателей с бесконтактным выходом;
- 3) для контроля неисправности ШС с автоматическим выявлением обрыва или короткого замыкания;
- 4) для передачи информации о состоянии извещателей и ШС в линию связи с БЦП.

Технические характеристики СКШС-01 праведны в таблице.

Управление техническими системами

Таблица 21 Технические характеристики СКШС-01

Параметр	Значение
Число подключаемых ШС	4
Задание типов ШС	осуществляется с БЦП.
Питание СКШС осуществляется от источника постоянного тока напряжением, В	
для типов ШС 1, 2, 7	10...28
для типов ШС 3, 4, 5, 6, 8	20...28
Максимальный ток потребления, мА, не более	60
Максимальное сопротивление проводов ШС, Ом	150
Минимальное сопротивление изоляции проводов ШС, кОм	50
Интерфейс связи с БЦП	RS-485
Максимальная протяженность линии связи с БЦП, м	1200
Линия связи	экранированная (неэкранированная) витая пара 3...5 категории с возвратным проводом.
Скорость передачи данных, бит/с	9600
Контроль напряжения питания (при снижении напряжения на БЦП выдается сигнал «Неисправность»)	
для типов ШС 1, 2, 7 при напряжении, В, менее	10
для типов ШС 3, 4, 5, 6, 8 при напряжении, В, менее	20
Диапазон рабочих температур, °С	
в исполнении IP20	минус 10 ... +50
в исполнении IP65	минус 40 ... +50
Габаритные размеры, мм	
в исполнении IP20	165x110x32
в исполнении IP65	171x145x55
Масса, кг, не более	
в исполнении IP20	0,27
в исполнении IP65	0,35

Каждый шлейф СКШС в зависимости от применяемых извещателей и алгоритма работы может быть одним из 8 типов. Тип любого шлейфа задается программированием с БЦП. Характеристики типов ШС приведены в таблице.

Управление техническими системами

Таблица 22 Типы ШС контроллера СКШС-01 для пожарных извещателей

Тип ШС	Характеристика
Тип 0.	Все параметры равны 0. ШС полностью отключен.
Тип 3	(Пожарный ШС). Сигнал «Пожар» формируется при срабатывании одного и более ИП в ШС. Обеспечивает прием сигналов тревожных извещений по двухпроводному ШС от автоматических и ручных пожарных извещателей с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, пассивных ИП с нормально-замкнутыми контактами, а также от активных пожарных извещателей с бесконтактными выходами. В ШС выдается знакопеременное напряжение (двуполярные импульсы), амплитудой 18 – 26 В. Длинный полутакт (положительный импульс) обеспечивает питание активных пожарных извещателей, контроль их состояния, а также контроль состояния извещателей с нормально-разомкнутыми контактами. Короткий полутакт (отрицательные импульсы) обеспечивает контроль целостности проводов ШС (обрыв, короткое замыкание), а также контроль состояния извещателей с нормально-замкнутыми контактами.
Тип 4	(Пожарный ШС). Сигнал «Внимание» выдается при срабатывании одного автоматического ИП в ШС, подключенном в соответствии со схемой Рис. 8...11. Сигнал «Пожар» выдается при срабатывании двух и более автоматических ИП в ШС или одного и более ручного ИП.). Обеспечивает прием сигналов тревожных извещений по двухпроводному ШС от автоматических и ручных пожарных извещателей с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, пассивных ИП с нормально-замкнутыми контактами, а также от активных пожарных извещателей с бесконтактными выходами. В ШС выдается знакопеременное напряжение (двуполярные импульсы), амплитудой 18 – 26 В. Длинный полутакт (положительный импульс) обеспечивает питание активных пожарных извещателей, контроль их состояния, а также контроль состояния извещателей с нормально-разомкнутыми контактами. Короткий полутакт (отрицательные импульсы) обеспечивает контроль целостности проводов ШС (обрыв, короткое замыкание), а также контроль состояния извещателей с нормально-замкнутыми контактами.
Тип 5	(Пожарный ШС). Сигнал «Пожар» выдается только при повторном срабатывании одного и более ИП в ШС). Обеспечивает прием сигналов тревожных извещений по двухпроводному ШС от автоматических и ручных пожарных извещателей с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, пассивных ИП с нормально-замкнутыми контактами, а также от активных пожарных извещателей с бесконтактными выходами. Для проверки достоверности срабатывания ИП в ШС данного типа в СКШС предусмотрен режим автоматического выключения питания на 3 – 5 с после первого срабатывания ИП. В ШС выдается знакопеременное напряжение (двуполярные импульсы), амплитудой 18 – 26 В. Длинный полутакт (положительный импульс) обеспечивает питание активных пожарных извещателей, контроль их состояния, а также контроль состояния извещателей с нормально-разомкнутыми контактами. Короткий полутакт (отрицательные импульсы) обеспечивает контроль целостности проводов ШС (обрыв, короткое замыкание), а также контроль состояния извещателей с нормально-замкнутыми контактами.

Тип ШС	Характеристика
Тип 6	(Пожарный ШС). СКШС выдает сигнал «Пожар» и «Внимание» на БЦП при повторном срабатывании ИП в ШС.СКШС. Обеспечивает прием сигналов тревожных извещений по двухпроводному ШС от автоматических и ручных пожарных извещателей с нормально-замкнутыми и нормально-разомкнутыми контактами, пассивных ИП с нормально-замкнутыми контактами, а также от активных пожарных извещателей с бесконтактными выходами. В ШС выдается знакопеременное напряжение (двуполярные импульсы), амплитудой 18 – 26 В. Длинный полутакт (положительный импульс) обеспечивает питание активных пожарных извещателей, контроль их состояния, а также контроль состояния извещателей с нормально-разомкнутыми контактами. Короткий полутакт (отрицательные импульсы) обеспечивает контроль целостности проводов ШС (обрыв, короткое замыкание), а также контроль состояния извещателей с нормально-замкнутыми контактами. Сигнал «Внимание» выдается при повторном срабатывании в течении 30 с (подтверждение сигнала) одного автоматического ИП в ШС, сигнал «Пожар» - при повторном срабатывании в течении 30 с двух и более автоматических ИП или одного и более ручного ИП.
Тип 8	(Пожарный ШС). Обеспечивает прием сигналов тревожных извещений по двухпроводному ШС от ИП (ИДПЛ). В ШС выдается знакопеременное напряжение (двуполярные импульсы), амплитудой 18...26 В. Длинный полутакт (положительный импульс) обеспечивает питание активных пожарных извещателей, контроль их состояния. Короткий полутакт (отрицательные импульсы) обеспечивает контроль целостности проводов ШС (обрыв, короткое замыкание). Блок передает сигнал «Пожар» на БЦП при срабатывании ИП в ШС.

Типовые схемы включения различных типов пожарных извещателей в шлейфы СКШС-01 приведены на рисунках 83 - 91.

Управление техническими системами

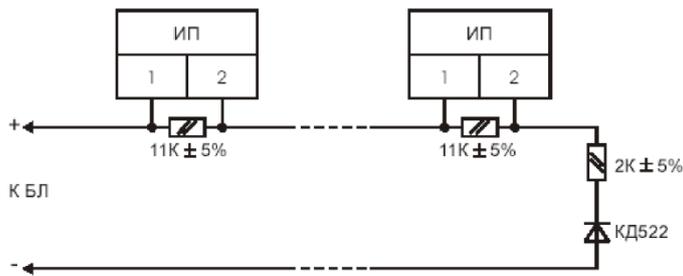


Рисунок 51 Схема включения ИП с нормально-замкнутыми контактами (ИП103-4/1, ИП105-2/1 и т.п.) в ШС типа 3, 5

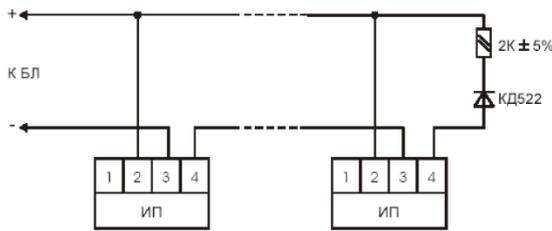


Рисунок 52 Схема включения ИП с нормально-разомкнутыми контактами (ИП212-5Б и т.п.) в ШС типа 3, 5

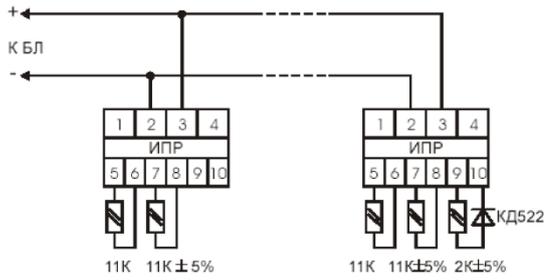


Рисунок 53 Схема включения ручных ИП (ИПР и т.п.) в ШС типа 3, 5

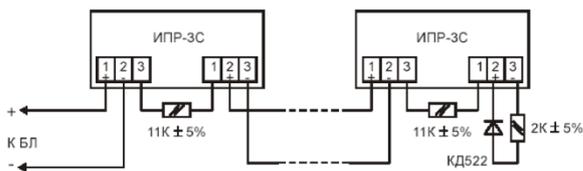


Рисунок 54 Схема включения ручных ИП типа ИПР-3С в ШС типа 3, 5

Управление техническими системами

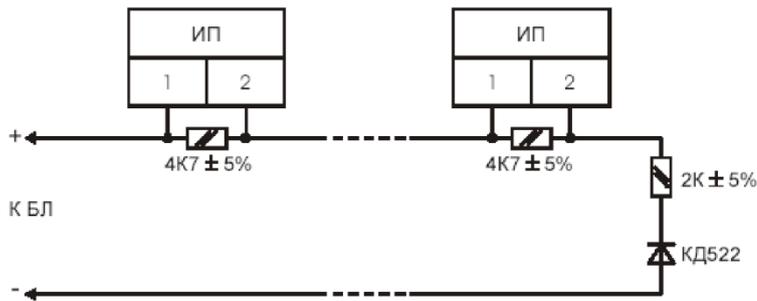


Рисунок 55 Схема включения ИП с нормально-замкнутыми контактами (ИП105-2/1 и т. п.) в ШС типа 4, 6

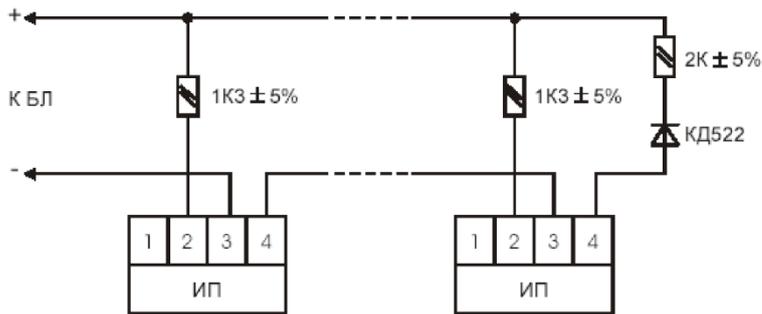


Рисунок 56 Схема включения ИП с нормально-разомкнутыми контактами (ИП-212-5М и т.п.) в ШС типа 4, 6

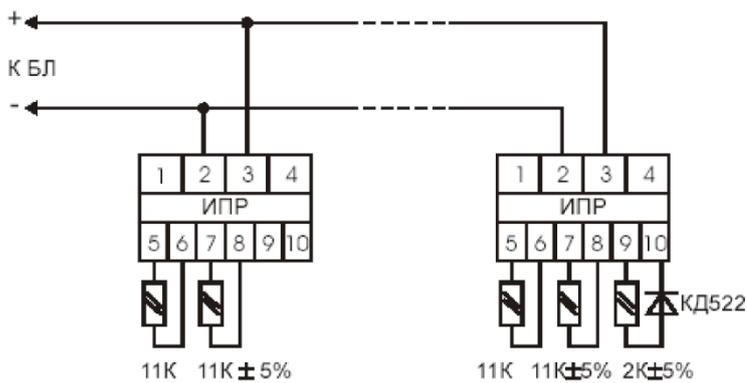


Рисунок 57 Схема включения ручного ИП (ИПР и т.п.) в ШС типа 4, 6

Управление техническими системами

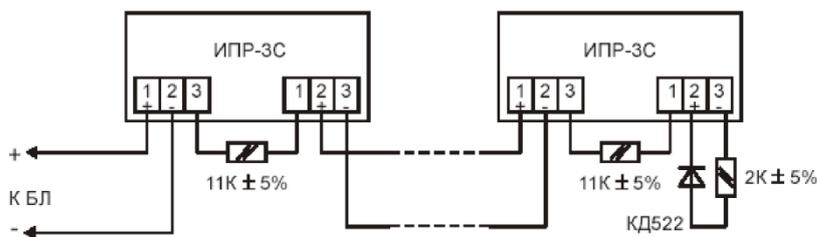


Рисунок 58 Схема включения ИПР-3С в ШС типа 4, 6

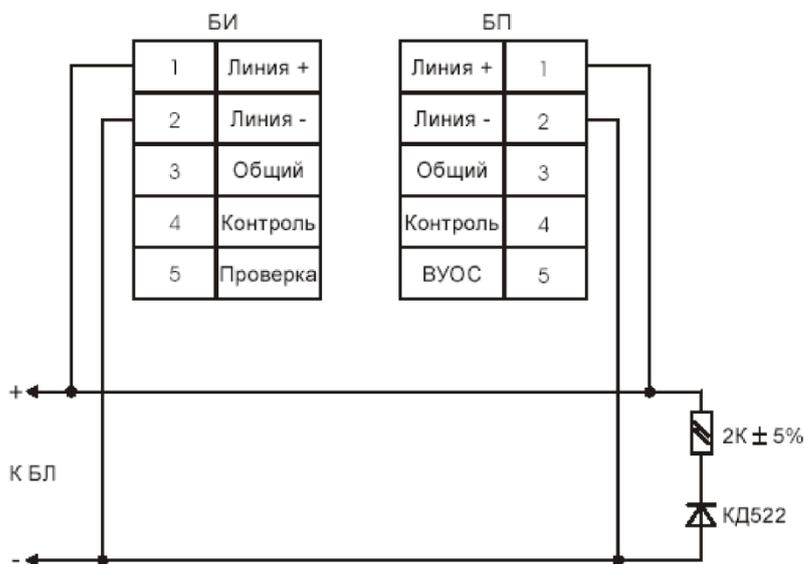


Рисунок 59 Схема включения линейного дымового пожарного извещателя типа ИДПЛ (ШС тип 8)

Подключение пожарных извещателей серии Leonardo

Серия пожарных извещателей **Leonardo** (таблица 32) состоит из дымового оптико-электронного извещателя ИП212-60А (**Leonardo** -О), теплового максимально-дифференциального извещателя ИП101-24А **Leonardo** -Т) и комбинированного дымового-теплового извещателя ИП212/101-3А (**Leonardo** -ОТ). Извещатели **Leonardo** по принципу действия являются адресными. Особенность этих извещателей в том, что они могут быть подключены практически к любому ППКП неадресного типа. При этом обеспечиваются все преимущества адресных систем пожарной сигнализации.

Подключение извещателей **Leonardo** к шлейфам сигнализации приемно-контрольных приборов осуществляется с помощью специального устройства - адресного модуля АМ-99, который поставляется вместе с извещателями. Адресный модуль АМ-99 (рисунок 92) рассчитан на подключение до 99 извещателей **Leonardo**. Модуль контролирует режимы работы извещателей (ПОЖАР/Дежурный режим/неисправность), состояние адресной шины (обрыв, короткое замыкание, лишний дат-

Управление техническими системами

чик, два датчика с одним адресом) и шлейфа ПКП (дежурный режим/сброс) с выводом соответствующего кодового сообщения на четырехзначный ЖКИ-дисплей. При активизации нескольких извещателей их адреса индицируются по очереди с отметкой первого сработавшего извещателя для точной локализации очага возгорания. Пример структурной схемы структурной схемы построения пожарной сигнализации с использованием адресного модуля АМ-99 приведен на рисунке 93.

Таблица 23 Внешний вид и характеристики извещателей Leonardo

		
ИП 212-60А Leonardo-О дымовой оптико-электронный адресный извещатель	ИП101-24А Leonardo-Т тепловой максимально-дифференциальный адресный извещатель	ИП 212/101-3А Leonardo-ОТ комбинированный адресный извещатель
Три уровня чувствительности (средняя, низкая и высокая), автоматическая компенсация запыленности дымовой камеры, автоматический контроль работоспособности.	Высокая точность измерений температуры и скорости ее изменения, автоматический контроль работоспособности. Температура срабатывания 58°С, скорость срабатывания 8°С/мин.	Сочетает в себе преимущества дымового и теплового извещателей, срабатывает при любом типе возгорания, автоматический контроль работоспособности каждого канала – теплового и дымового.

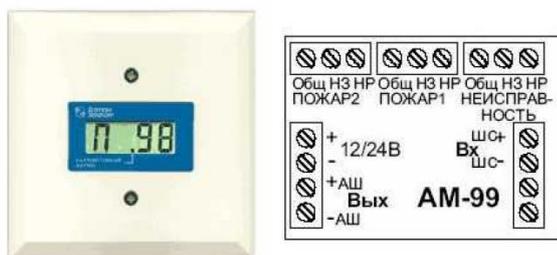


Рисунок 60 Внешний вид адресного модуля АМ-99 и контактная колодка для подключения внешних цепей

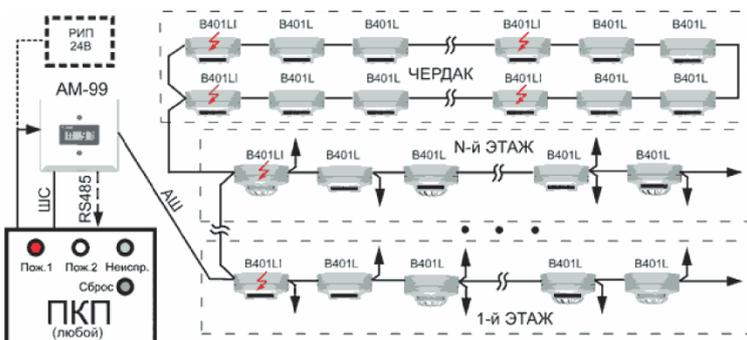


Рисунок 61 Пример структурной схемы построения пожарной сигнализации с использованием адресного модуля АМ-99

При работе в системе «Рубеж», адресный модуль АМ-99 подключается к любому из четырех шлейфов сигнализации ШС1, ..., ШС4 блоков ЛБ-07, СКШС-01 или к любому из шлейфов сигнализации БЦП.

Управление техническими системами

Для формирования на ППКОП сигнала **ПОЖАР** при активизации одного извещателя ^еопа^ёо устанавливается тип шлейфа 3 и используется реле ПОЖАР1 модуля АМ-99 (рис. 1, 2, таблицы 33).

Для формирования на ППКОП сигнала **ВНИМАНИЕ** при активизации одного извещателя ^еопа^ёо и сигнала **ПОЖАР** при активизации второго извещателя ^еопа^ёо устанавливается тип шлейфа 4 и используются реле ПОЖАР1 и ПОЖАР2 модуля АМ-99 (рис. 3, 4, таблицы 33).

Возможно использование нормально замкнутых контактов реле ПОЖАР адресного модуля АМ-99 (рис. 1, 3, таблицы 33), либо нормально разомкнутых контактов реле ПОЖАР (рис. 2, 4, таблицы 33).

При обнаружении неисправности реле «НЕИСПРАВНОСТЬ» адресного модуля АМ-99 выключается на 4 секунды каждую минуту, при этом отключается оконечный элемент шлейфа сигнализации ШС - резистор 2 кОм и диод КД522, тем самым имитируется обрыв шлейфа и сигнал НЕИСПРАВНОСТЬ передается на ППКОП «Рубеж - 07», «Рубеж - 08», «Рубеж - 060». Периодическое отключение оконечного элемента позволяет на фоне сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ передать на ППКОП сигналы ВНИМАНИЕ и ПОЖАР. Только при отключенном напряжении питания реле «НЕИСПРАВНОСТЬ» адресного модуля АМ-99 находится в выключенном состоянии постоянно. Все резисторы должны иметь допуск номинала не более $\pm 5\%$. Сброс извещателей Leonardo в дежурный режим и перезапуск системы Leonardo производится с ППКОП «Рубеж - 07», «Рубеж - 08». «Рубеж - 060» в автоматическом или ручном режиме.

Таблица 24 Схемы подключения адресного модуля АМ-99 к шлейфам приборов «Рубеж»

<p>Рис. 1. Схема подключения к шлейфу 3-го типа блоков ЛБ-07, СКШС-01, ППКОП «Рубеж - 060», с формированием сигнала ПОЖАР. Используются нормально замкнутые контакты реле ПОЖАР1 адресного модуля АМ-99.</p>	<p>Рис. 2. Схема подключения к шлейфу 3-го типа блоков ЛБ-07, СКШС-01, ППКОП «Рубеж - 060», с формированием сигнала ПОЖАР. Используются нормально разомкнутые контакты реле ПОЖАР1 адресного модуля АМ-99.</p>
<p>Рис. 3. Схема подключения к шлейфу 4-го типа блоков ЛБ-07, СКШС-01, ППКОП «Рубеж - 060», с формированием сигналов ВНИМАНИЕ, ПОЖАР. Используются нормально замкнутые контакты реле ПОЖАР1, ПОЖАР2 адресного модуля АМ-99.</p>	<p>Рис. 4. Схема подключения к шлейфу 4-го типа блоков ЛБ-07, СКШС-01, ППКОП «Рубеж - 060», с формированием сигналов ВНИМАНИЕ, ПОЖАР. Используются нормально разомкнутые контакты реле ПОЖАР1, ПОЖАР2 адресного модуля АМ-99.</p>

Подключение пожарных извещателей серий ЕС01000 и WR2000

Серия пожарных извещателей ЕС01000 (таблица 34) состоит из дымового оптоэлектронного извещателя ИП212-58 (ЕС01003), теплового максимально-дифференциального извещателя ИП101-23 (ЕС01005) и комбинированного дымово-теплового извещателя ИП212/101 -02 (ЕС01002). Серия ручных пожарных извещателей WR.2000 состоит из извещателя WR2001/8К с полной группой контактов и из извещателя WR.2072/8К-470 с нормально разомкнутыми контактами и последовательно включенным резистором 470 Ом. Извещатели обладают следующими особенностями:

1. Обеспечена совместимость практически с любыми пожарными приемно-контрольными приборами (ПКП), в том числе и со знакопеременным напряжением в шлейфе сигнализации, например, блоки системы «Рубеж».
2. Расширенный диапазон рабочих температур извещателей серии ЕС01000 от минус 30°С до +70°С обеспечивает работу в отапливаемых и неотапливаемых помещениях.
3. Широкий диапазон рабочих напряжений питания, от 8 до 30 вольт, позволяет использовать извещатели серии ЕС01000 в системах пожарной и пожарно-охранной сигнализации.

Управление техническими системами

Извещатели серии ЕСО1000 устанавливаются:

- в базовые основания Е1000R (база с резистором);
- в базовые основания Е1000В (база без резистора);
- в розетки от ДИП через адаптер Е1000А.

Таблица 25 Внешний вид пожарных извещателей серии ЕСО1000

 <p>Дымовой оптико - электронный извещатель ИП212-58 «ЕСО1003»</p>	 <p>Извещатель пожарный комбинированный ИП212/101-2-A1R «ЕСО1002»</p>
 <p>Извещатель пожарный тепловой максимально - дифференциальный ИП101-23-A1R «ЕСО1005»</p>	 <p>Извещатель пожарный ручной WR2000</p>

К приборам «Рубеж - 07-3», «Рубеж - 08» пожарные извещатели включаются соответственно через блоки ЛБ-07 (четыре шлейфа сигнализации ШС1,..., ШС4) и СКШС-01 (четыре шлейфа сигнализации ШС1,..., ШС4), к ППКОП «Рубеж-060» непосредственно (восемь шлейфов сигнализации ШС1,..., ШС8). Все шлейфы имеют одинаковые электрические параметры.

Возможна различная логика работы в зависимости от выбранного типа шлейфа:

- тип шлейфа 3 - выдача извещения «Пожар» после срабатывания одного извещателя в шлейфе;
- тип шлейфа 5 - выдача извещения «Пожар» при повторном срабатывании после сброса одного извещателя в шлейфе;
- тип шлейфа 4 - выдача извещения «Внимание» по одному сработавшему извещателю в шлейфе, выдача извещения «Пожар» по двум или более сработавшим извещателям в ШС;

Управление техническими системами

- тип шлейфа 6 - выдача извещения «Внимание» при повторном срабатывании после сброса одного извещателя в шлейфе, выдача извещения «Пожар» при повторном срабатывании после сброса двух и более извещателей в шлейфе.

При формировании извещения «Пожар» по одному датчику серии ЕСО1000 (тип шлейфа 3 или 5) используются базы E1000B (без резисторов) (рисунок 94). Максимальное количество извещателей в одном шлейфе 40 штук.

Извещатели серии WR.2000 в пожарные шлейфы включаются последовательно (с дополнительным резистором 11 кОм) или параллельно (с дополнительным диодом) в шлейф типа 3 (рисунок 95).

При формировании извещения «Внимание» по одному датчику серии ЕСО1000 и извещения «Пожар» по двум датчикам серии ЕСО1000 (тип шлейфа 4 или 6) используются базы E1000R (с резистором 1,3 кОм) (рисунок 96). Максимальное количество извещателей в одном шлейфе 20 штук.

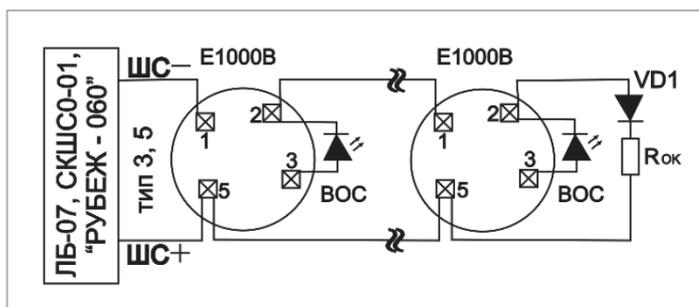


Рисунок 62 Подключение извещателей серии ЕСО1000 при формировании извещения «Пожар» по одному датчику (тип шлейфа 3 или 5).

E1000B - база извещателя серии ЕСО1000 без резистора; Rок - резистор 2 кОм±5% и диод КД522 - оконечные элементы шлейфа.

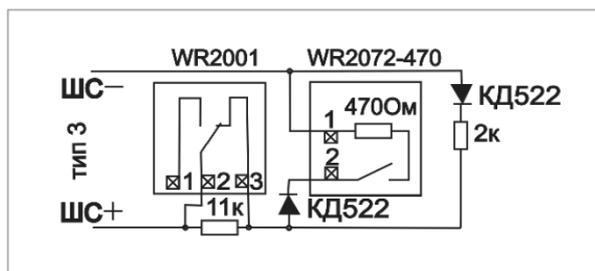


Рисунок 63 Последовательное включение ручных пожарных извещателей WR2000 (тип шлейфа 3)

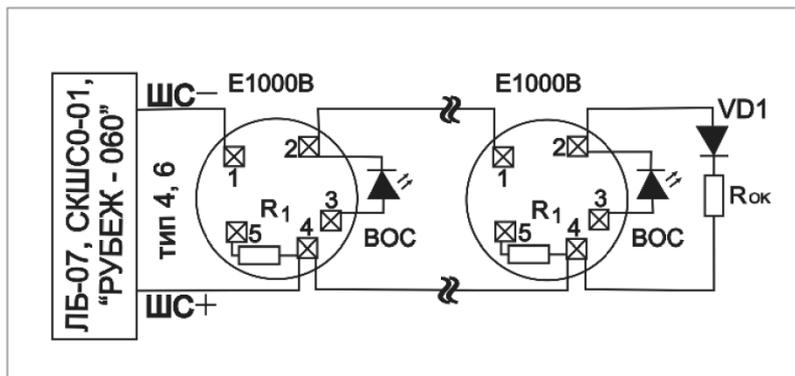


Рисунок 64 Подключение извещателей серии ЕСО1000 при формировании извещения «Внимание» по одному датчику серии ЕСО1000 и извещения «Пожар» по двум датчикам (тип шлейфа 4 или 6)

Е1000К - база извещателя ЕСО1000 с резистором К1 - $1,3 \text{ кОм} \pm 5\%$ (под заказ) Кок - резистор $2 \text{ кОм} \pm 5\%$ и У01 - диод КД522 - оконечные элементы шлейфа.

Адресно-аналоговая подсистема пожарной сигнализации

В настоящее время большую популярность завоевывают адресно-аналоговые системы, как наиболее эффективные и надежные [16]. В адресно-аналоговых системах пожарной сигнализации (ААСПС) извещатели передают в приемно-контрольный прибор информацию о количественной характеристике измеряемых параметров (задымленность, температура и др.), являясь, по сути, измерительными преобразователями (датчиками) физических величин. Решение о возникновении пожара, после анализа сигналов от различных извещателей, формируется прибором, что позволяет максимально гибко настроить систему на раннее обнаружение пожара и снизить вероятности ложных тревог. ААСПС позволяют контролировать изменения температуры и задымленности в помещении путем задания чувствительности пожарных датчиков для конкретных условий и адаптации параметров обнаружения при изменении условий эксплуатации. Преимуществом ААСПС является также возможность непрерывного динамического опроса (с периодом не менее 5 секунд) всех адресных устройств и повышенная живучесть за счет кольцевой архитектуры шлейфов, использованием модулей локализации короткого замыкания (КЗ) и двунаправленной передачей контролирующих и управляющих сигналов. Кроме того, среди преимуществ ААСПС можно отметить следующее:

- установка одного извещателя на помещение вместо двух

Управление техническими системами

- постоянный контроль каждого извещателя
- снижение затрат на сервисное обслуживание за счет контроля запыленности извещателя
- сохранение работоспособности при обрыве или коротком замыкании линии опроса адресных устройств
- индивидуальная настройка чувствительности для каждого извещателя
- уменьшение ложных срабатываний за счет интеллектуальной обработки

Для работы с адресно-аналоговыми устройствами предназначен сетевой контроллер адресных устройств **СКАУ-01**. К каждому сетевому контроллеру СКАУ-01 может быть подключено до 198 адресных устройств (до 99 оповещателей или модулей и до 99 извещателей) серии 200/500 производства «Систем Сенсор». В системах безопасности малых и средних объектов, построенных на основе ППКОП «Рубеж-060», может подключаться до двух СКАУ-01. В системах безопасности крупных объектов: на основе «Рубеж-08» может подключаться до пяти СКАУ-01.

Структурная схема ААСПС на базе приборов «Рубеж-08», «Рубеж-060» приведена на рисунке 98. Подключение адресно-аналоговых извещателей, модулей и оповещателей «8у81ет 8еп80г» к приборам «Рубеж» осуществляется с использованием сетевого контроллера адресных устройств СКАУ-01. Особенностью СКАУ-01, по сравнению с аналогичными устройствами, является большой ток в адресном шлейфе, что позволяет увеличить максимальное расстояние до наиболее удаленного извещателя до 4400 м, а также количество звуковых оповещателей в шлейфе. При этом обеспечиваются все необходимые функции контроля: - технического состояния линии связи и шлейфов сигнализации; - аппаратного управления; - периферийного оборудования, что существенно повышает уровень надежности функционирования системы в целом.

Управление техническими системами



Рисунок 65 Подсистема адресно-аналоговой пожарной сигнализации в составе ИСБ «Рубеж»

В ИСБ «Рубеж» используются адресно-аналоговые извещатели и адресные модули производства компании «Систем Сенсор» - мирового лидера по производству пожарных извещателей.

Состав АА СПС

Для построения адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации необходимо следующее оборудование:

- Блок центральный процессорный;
- Сетевой контроллер адресных устройств СКАУ-01;
- Адресные компоненты (адресно-аналоговые извещатели, адресные модули).

БЦП - это основной и необходимый контроллер системы, обеспечивает общую логику работы. Сетевой контроллер адресных устройств СКАУ-01 предназначен для работы с адресными компонентами серии 200/500 производства компании «Систем Сенсор». К СКАУ-01 подключается адресно-аналоговый шлейф - это кольцевая линия связи, в которую включаются адресные компоненты: извещатели и модули. С другой стороны СКАУ-01 включается в линию связи с БЦП, куда передается состояние устройств в шлейфе и принимаются управляющие команды. Для небольших систем может использоваться БЦП из состава «Рубеж-060». К нему может подключаться до двух СКАУ-01. В случае использования БЦП «Рубеж-060» без ПЭВМ, минимальный комплект оборудования дополняется пультом управления ПУ-02. Для крупных систем целесообразнее использовать БЦП из состава ППКОП «Рубеж-08», который поддерживает подключение до пяти СКАУ-01.

Управление техническими системами



Рисунок 66 Комплект оборудования для построения ААСПС на базе «Рубеж-08» и «Рубеж-060»

В качестве адресных компонентов используются адресно-аналоговые извещатели и адресные модули серии 200/500 производства компании «Систем Сенсор». В настоящее время поддерживаются следующие устройства:

- Адресно-аналоговый дымовой пожарный извещатель 2251EM;
- Адресно-аналоговый тепловой пожарный извещатель 5251EM;
- Адресно-аналоговый комбинированный (дым + тепло) пожарный извещатель 2151TEM;
- Адресный модуль ручного пожарного извещателя M500KAC;
- Адресный звуковой оповещатель EMA24ABK;
- Модуль управления M500CNE;
- Модуль-изолятор короткого замыкания M200XE;
- Модуль контроля безадресного подшлейфа M512-ME.

Внешний вид извещателей и модулей приведен на рисунке 95. Каждый из адресных компонентов шлейфа имеет свой адрес, устанавливаемый с помощью двух поворотных переключателей. Всего в адресный шлейф может быть включено до 198 устройств: 99 извещателей и 99 модулей. Извещатели могут иметь адреса в диапазоне 1 - 99, а модули 101 - 199. При этом модули имеют только два переключателя, что позволяет явно задать адрес в том же диапазоне, что и для извещателей (1 - 99). Не смотря на то, что в шлейфе могут быть извещатель и модуль с одним и тем же адресом - они представляются как два разных устройства, т.к. к явно заданному адресу модуля автоматически прибавляется 100.



Рисунок 67 Пожарные извещатели и адресные модули серии 200/500 «Систем Сенсор»

Для расширения функциональных возможностей системы пожарной безопасности может применяться следующее дополнительное оборудование из состава ИСБ «Рубеж»:

1. Сетевой контроллер шлейфов сигнализации СКШС-01 -4 традиционных безадресных пожарных ШС;
2. Сетевой контроллер шлейфов сигнализации СКШС-03-4 (8) -4 (8) технологических ШС с гальванической развязкой, для подключения устройств обратной связи пожарной автоматики и т.п.;
3. Сетевой контроллер исполнительных устройств СКИУ-01 - 4 реле с переключающими контактами для управления исполнительными устройствами (оповещение, пожаротушение, технологическое оборудование);
4. Блок индикации состояний БИС-01 - индикация состояний 64 объектов системы безопасности (зоны, пожарные ШС, ИУ и т.д.) на встроенном светодиодном табло;
5. Сетевой контроллер управления пожаротушением СКУП-01 предназначен для построения АСПТ. СКУП-01 имеет 4 выхода управления пиропатронами и два входа для подключения сигнализатора давления (СДУ) и датчика наличия ОТВ;
6. Пульт пожарный объектовый ППО-01 - объектовое управление и индикация состояния АСПТ. ППО-01 устанавливается у входа в защищаемое помещение.

Управление техническими системами

7. Пульт пожарный диспетчерский ППД-01 - управление и индикация состояния до 8 направлений АСПТ. ППД-01 устанавливается в помещении дежурного поста охраны.
8. Источник бесперебойного питания ИБП-1200 12В, 5А, емкость аккумуляторов 68 Ач;
9. Источник бесперебойного питания ИБП-2400 24В, 5А, емкость аккумуляторов 34 Ач;
10. Источник бесперебойного питания ИБП-1224, два напряжения 12В, 24В, 3А, емкость аккумуляторов 34 Ач;
11. Блок ретранслятора линейный БРЛ-03 - увеличение максимальное длины линии связи КЗ-485 (между СУ и БЦП), гальваническая развязка линии связи;
12. Блок защиты линии БЗЛ-01, 02, 03 - грозозащита линий связи КЗ- 485 и линий питания.

Основные возможности АА СПС

Программное обеспечение ИСБ «Рубеж» (модуль ПО «Рубеж Конфигуратор») для реализации функций пожарной сигнализации предоставляет ряд уникальных возможностей, позволяющих эффективно использовать широкие возможности адресно-аналоговых извещателей, например, представить на экране монитора ПЭВМ в удобном для оператора виде следующие данные:

1. Текущее состояние задымленности зон и отдельных извещателей (рис.100);
2. График изменения задымленности извещателей в зоне (рис. 101);
3. Визуальная регулировка чувствительности извещателей (рис.102).

Управление техническими системами

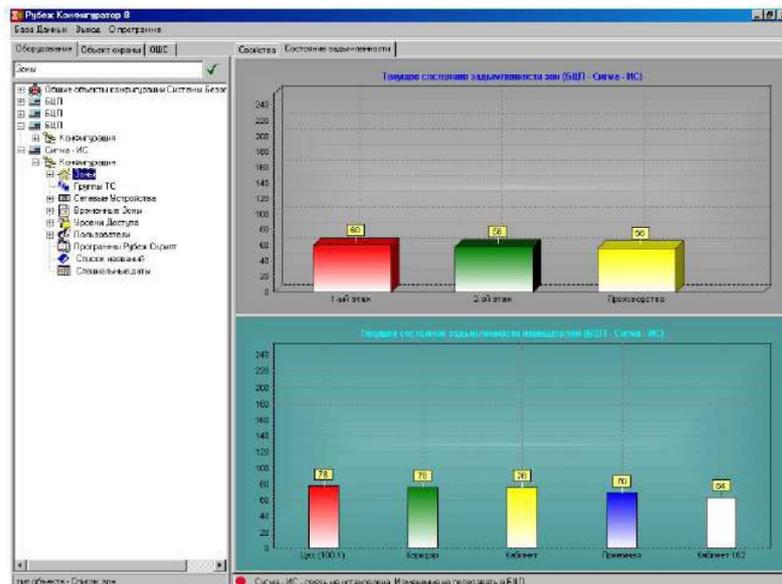


Рисунок 68 Текущее состояние задымленности зон и отдельных извещателей

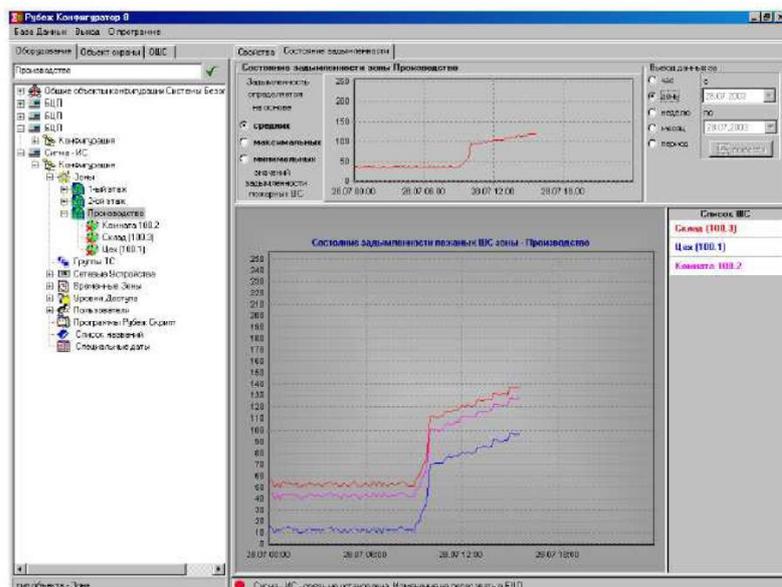


Рисунок 69 График изменения задымленности извещателей в зоне

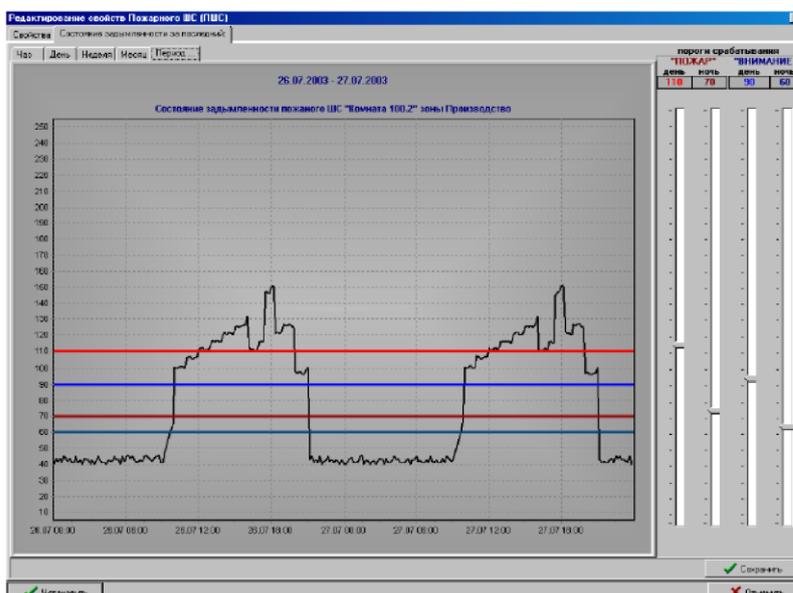


Рисунок 70 Визуальная регулировка чувствительности извещателей

Управление техническими системами

Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации на базе ИСБ «Рубеж» и адресных извещателей и модулей серии 200/500 «Систем Сенсор» предоставляет следующие возможности:

1. Подключение до 198 адресных устройств к одному СКАУ-01 (99 извещателей + 99 модулей);
2. Подключение до 5 СКАУ-01 к одному БЦП ППКОП «Рубеж-08» (2 для БЦП «Рубеж-060»);
3. Подключение до 1000 адресно-аналоговых извещателей и адресных модулей к одному БЦП «Рубеж-08» (256 для БЦП «Рубеж-060»).

В адресный шлейф возможно подключение до 198 адресных устройств.

Длина адресного шлейфа до 4 км. Опрос и питание устройств обеспечивается по одной паре проводов адресного шлейфа. Кольцевое построение адресного шлейфа защищает от обрыва и короткого замыкания (при использовании изоляторов короткого замыкания). Применение специального протокола обмена обеспечивает высокую помехозащищенность и постоянный контроль устройств в шлейфе.

Адресно-аналоговые извещатели имеют следующие возможности:

- Программирование чувствительности извещателей;
- Использование режима «Внимание» для формирования предварительной тревоги;
- Изменение чувствительности извещателей для разного времени суток и дней недели;
- Постоянный контроль и компенсация запыленности дымовых извещателей с выдачей сообщения о необходимости технического обслуживания;
- Постоянный контроль и самодиагностика работоспособности;
- Автоматическое тестирование извещателей;
- Возможности адресных модулей;
- Возможность подключения традиционных извещателей в адресный шлейф;
- Возможность управления различными нагрузками по заданному алгоритму.

Основные принципы построения АА СПС основе СКАУ-01

Адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации используются на объектах, где требуется минимальное время реакции системы на возгорание при минимальной вероятности ложного срабатывания. Для обеспечения максимальной надежности система должна иметь следующие особенности. Адресно-аналоговый

Управление техническими системами

Шлейф пожарной сигнализации должен иметь кольцевую структуру, при которой все устройства соединены двухпроводным кабелем и образуют одно общее кольцо. Начало и конец шлейфа подключаются к соответствующим выводам СКАУ. Электрически все устройства в шлейфе включены параллельно. Питание и передача данных производится по одной паре проводов с применением импульсно-кодовой модуляции. В случае обрыва шлейфа петля распадается на два радиальных луча, сохраняя при этом способность опрашивать устройства с каждого луча по отдельности. Для того, чтобы короткое замыкание или перегрузка какого-либо участка шлейфа не приводила к отключению всего шлейфа используются изоляторы (изолирующие модули или изолирующие базы). Они локализуют аварийный с точки зрения перегрузки участок шлейфа, расположенный между двумя соседними изоляторами, сохраняя работоспособность остального шлейфа. При этом оставшийся шлейф, так же как и при обрыве, распадается на два радиальных луча с потерей локализованного участка. Чем больше используется изоляторов в шлейфе, тем меньше устройств выпадет из работы при перегрузке.

Конструктивно СКАУ и все устройства серий 200/500 допускают подключение кабеля с сечением жилы от 0.5 до 2.5 мм². Конкретно требуемое сечение кабеля выбирается исходя из протяженности объекта охраны и от состава оборудования, включенного в адресно-аналоговый шлейф. Однако, из всех возможных сечений рекомендуется применять наибольшее по двум причинам. Во-первых, исходя из механической прочности. Во-вторых, компенсация паразитных параметров шлейфа СКАУ точнее производит при меньших сопротивлениях шлейфа. Это особенно важно на протяженных объектах и там, где требуется особо тонкая настройка чувствительности.

Особое внимание следует обратить на использование изоляторов. Их количество в шлейфе должно быть не меньше рассчитанного, исходя из нагрузки, которую создают адресуемые устройства. Или их использование недопустимо совсем. В противном случае возможны потери связи с отдельными участками шлейфа при включении питания.

Управление техническими системами

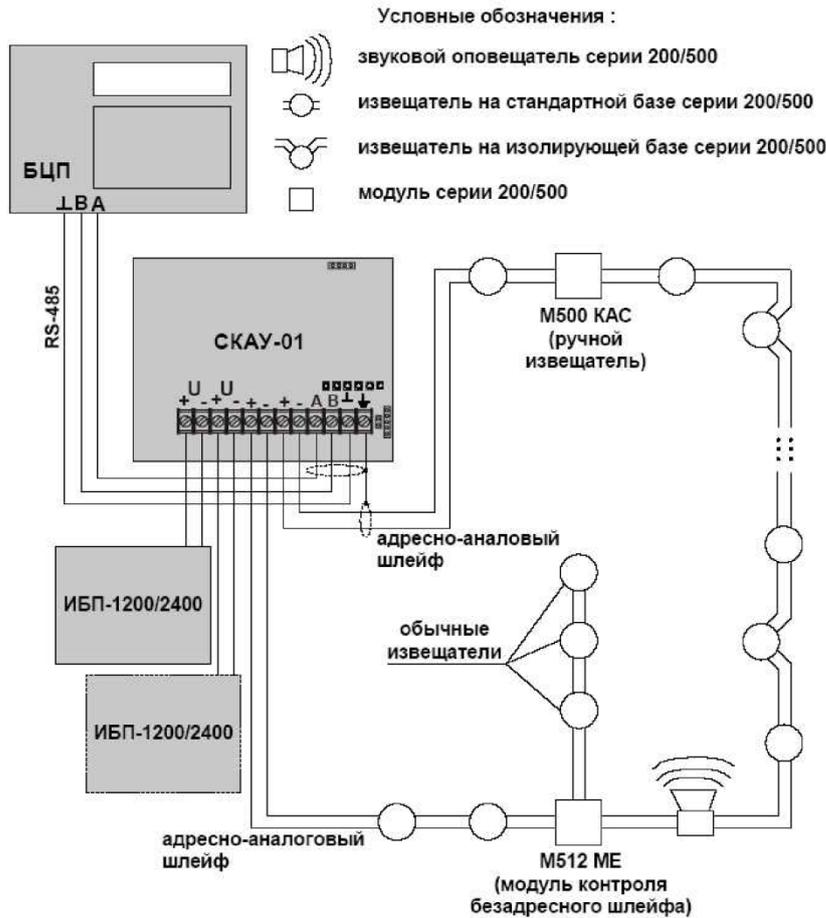


Рисунок 71 Типовая схема включения SKAU-01

Порядок конфигурирования изложен в «Руководство по программированию» САКИ.425513.101Д1. В данном разделе рассматриваются основные вопросы по конфигурированию адресно-аналоговой системы пожарной сигнализации на основе ППКОП «Рубеж-08» («Рубеж-060»).

В БЦП «Рубеж-08» («Рубеж-060») внутренняя архитектура основных объектов конфигурации БЦП включает два уровня: физический и логический. На рис. 105 отражена архитектура конфигурации БЦП.

Управление техническими системами



Рисунок 72 Внутренняя архитектура конфигурации БЦП

В состав ПО «Рубеж-08» входит бесплатная программа «Рубеж Конфигуратор», которая предназначена для конфигурирования прибора. Дистрибутив ПО «Рубеж-08» находится на компакт-диске, который входит в комплект поставки БЦП. Порядок инсталляции ПО и работы с «Рубеж Конфигуратор» описан в документации на ПО. При установке соединения следует иметь в виду, что изначально в БЦП скорость обмена с ПЭВМ установлена 28800 бод.

Порядок конфигурирования должен быть следующим:

- конфигурирование оборудования
- конфигурирование зон
- конфигурирование ТС и связывание с соответствующим оборудованием

На этапе конфигурирование оборудования в конфигурации СУ создается СКАУ-01 с параметрами, указанными в таблице.

Таблица 26 Параметры конфигурации СКАУ-01

Параметр	Описание
Конфигурация	Задание конфигурации извещателей (датчиков) и модулей
ВЗ	Временная зона для режима День / Ночь
Состояние	Просмотр состояния подключенных датчиков и модулей
Питание	Просмотр значения напряжения питания СКАУ-01

В параметре «Конфигурация» задаются конфигурации извещателей (датчиков) и модулей. Здесь необходимо установить ячейке с соответствующим номером

Управление техническими системами

тип извещателя (тип модуля) и уровни чувствительности на выдачу событий «Внимание» и «Пожар» отдельно для режимов «День» и «Ночь». В модулях конфигурируется только его тип. Номер ячейки соответствует адресу конфигурируемого извещателя (модуля). Если установлен неправильный тип извещателя (модуля), в пункте «Состояние» по соответствующему адресу выдается состояние «Ошибка типа».

В параметре «ВЗ» устанавливается временная зона для определения текущего режима «День / Ночь». Если временная зона активна, СКАУ-01 работает в режиме «День», если неактивна - в режиме «Ночь». Назначение временной зоны позволяет автоматически сменять режимы «День / Ночь», в результате чего автоматически изменяется чувствительность извещателей, согласно заданным порогам чувствительности для соответствующих режимов. Если временная зона не задана, то активной временной зоной считается «День».

В параметре «Состояние» есть возможность посмотреть текущее состояние извещателя и модуля. В извещателях выводится также информация о текущих значениях измеряемого параметра в зависимости от типа извещателя: задымленность, запыленность, температура. Здесь же можно посмотреть протокол по состоянию извещателей (датчиков). Для каждого извещателя установлен кольцевой буфер на 200 состояний измеряемого параметра. Состояния сохраняются каждые 10 мин с указанием времени. Анализируя эти данные можно корректировать уровни чувствительности на выдачу событий «Внимание» и «Пожар» для соответствующих временных зон.

Необходимо помнить, что все параметры хранятся и в БЦП и в СКАУ-01. Буфер по состояниям датчиков храниться только в СКАУ-01.

Конфигурирование зон является одним из самых важных этапов. От того насколько правильно будет разбит объект охраны на зоны, зависит эффективность управления всей системой безопасности. Наиболее простой, и часто, наиболее эффективный способ определения списка зон является сопоставление каждой зоне отдельного помещения на объекте охраны, т.е. список зон будет соответствовать списку помещений объекта охраны. Такой подход имеет место, когда каждое помещение (зона) является самостоятельным элементом системы безопасности, и объединение набора ТС, отвечающих за безопасность этой зоны повышает удобство управления объектами ТС. Например, автоматическая разблокировка ТД при пожаре произойдет только в тех помещениях, в которых произошел пожар.

Управление техническими системами

Удобство по управлению системой безопасности относится в первую очередь к охранной сигнализации и к организации тактики охраны (поста-новка/снятие с охраны). Поэтому, как правило, если используются и охранная и пожарная сигнализация, то сначала объект разбивается на зоны с точки зрения тактики охраны, а затем в зоны добавляются ТС Пожарные ШС.

Если по сигналам от ТС будут функционировать в автоматическом режиме реле, то при конфигурировании зон необходимо учесть, что зона является группой управления по отношению к ТС в нее включенными. Это верно в том случае, если ТС при этом не включены в отдельную группу управления.

На этапе конфигурирования ТС, на основе элементов оборудования СКАУ-01 можно создать два вида ТС, это Пожарный ШС и ИУ. ТС Пожарный ШС создается на основе датчиков и модулей: 2251ЕМ, 5251ЕМ, 2151ТЕМ, М500КАС, М512-МЕ. ТС ИУ создается на основе модулей ЕМА24АКК, М500СНЕ.

Высокая эффективность в обнаружении пожара, надежность, помехоустойчивость АА СПС позволяет использовать ее в составе АСПТ. Структурная схема АСПТ с использованием в качестве обнаружителей пожара адресно-аналоговые извещатели приведена на рис. 106.

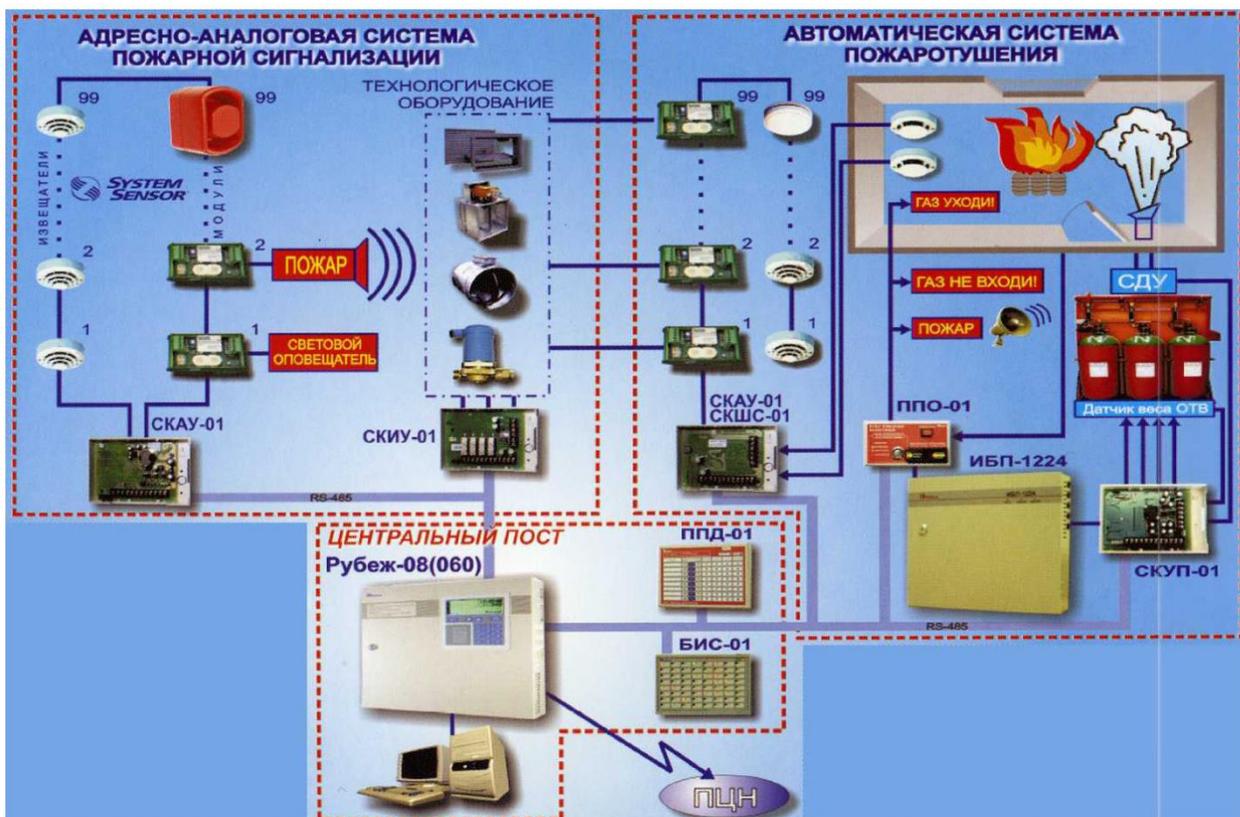


Рисунок 73 Автоматическая система пожаротушения с использованием адресно-аналоговых пожарных извещателей.

2. Подсистема контроля и управления доступом

СКУД играют особую роль в системах безопасности, так как контроль доступа является фундаментальным понятием процесса обеспечения безопасности. Любая система безопасности должна определить человека по принципу «свой/чужой» для защиты объекта от проникновения посторонних лиц или для защиты человека от опасных факторов воздействия, если они имеются на объекте.

Для реализации функций контроля доступа в составе ИСБ «Рубеж» имеются следующие блоки и устройства.

Таблица 27 Сетевые устройства для реализации функций контроля доступа

Тип оборудования	Назначение СУ
СК-01	Сетевой контроллер для организации СКУД с использованием Proximity-карт, Touch-Мемогу, ПИН-кодов пользователей. Две точки доступа с контролем входа (Одна точка доступа с контролем входа и контролем выхода)
УСК-02С	Устройство считывания кода Proximity-карт для организации точки доступа автономных или сетевых СКУД. Выходной интерфейс RS-485. Терминал управления с возможностью задания до 3-х команд, одна точка доступа с контролем входа
УСК-02КС	Устройство считывания ПИН-кода (клавиатура) для сетевых СКУД. Выходной интерфейс RS-485. Терминал управления с возможностью задания команд с клавиатуры.
УСК-02К	Устройство считывания кода Proximity-карт для организации точки доступа автономных или сетевых СКУД. Выходной интерфейс Wiegand26.
УСК-02Н	Устройство считывания ПИН-кода (клавиатура) для сетевых СКУД. Выходной интерфейс Wiegand26.
СКУСК-01Р	Подключение приемника радиобрелков
ШУ024-2	Биометрический считыватель для систем контроля и управления доступом

СК-01 представляет собой универсальный контроллер доступа для построения, как автономных, так и сетевых СКУД. На рисунке 106 показано подключение внешних цепей к СК-01. В качестве автономного контроллера СК-01 может быть использован для построения автономной СКУД для двух точек доступа (дверей, турникетов и т.п.) с контролем входа по идентификатору и выходом по кнопке «Выход», или для автономной СКУД с одной точкой доступа с контролем входа и выхода по идентификатору. Для работы в составе ИСБ «Рубеж» СК-01 имеет интерфейс K8-485. Программирование СК-01 в сетевом режиме производится с БЦП или компьютера, а в автономном режиме с помощью мастер-карты или с помощью программатора Кргод, СК-01 позволяет подключать два считывателя с интерфейсом Wiegand26 следующих типов:

- Считыватель Proximity-карт УСК-02 с выходным интерфейсом Wiegand 26 производства НПФ «Сигма-ИС»;
- Считыватели Proximity -карт производства фирм Мо1шо1а, НГО1, ПЭРКо, Парсек с выходным интерфейсом Wiegand 26;

Управление техническими системами

- Считыватели Proximity -карт комбинированные с клавиатурой производства фирм Мо1ого1а, НТР (ProxPro моделей 5355AxK00, 5355AxK09, 5355AxK11), ПЭРКо (РЕКСо-КРК-12) с выходным интерфейсом Wiegand 26 и протоколом передачи кода нажатых клавиш Богато;
- Клавиатура CodeMaster с выходным интерфейсом Wiegand 26 производства фирмы Reymal Technologs LTD;
- Считыватели Touch Мемогу, считыватели Touch Мемогу с индикацией, типа ТМС-03 производства Парсек.
- Возможна совместная работа со считывателями других производителей с выходным интерфейсом Wiegand26.

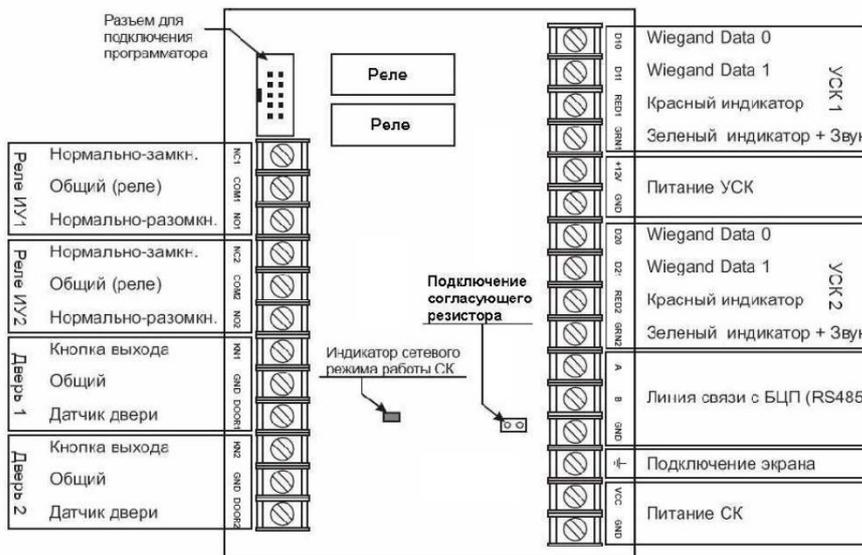


Рисунок 74 Подключение внешних цепей и устройств к контроллеру доступа СК-01

УСК-02С представляет собой считыватель идентификаторов доступа Proximity-карт HID (ProxCard II). Внешний вид и схема подключения УСК- 02С приведена на рисунке 107.

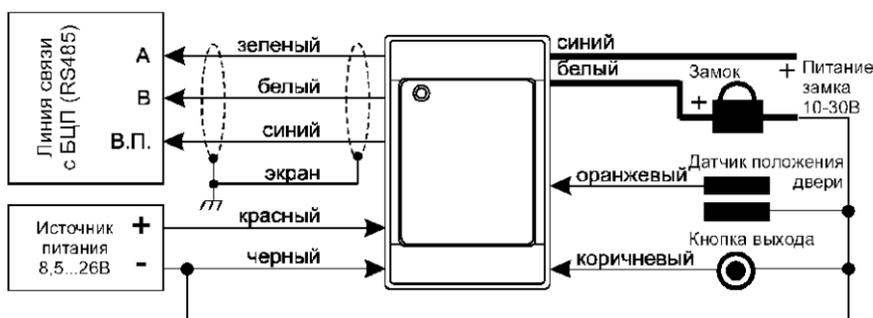


Рисунок 75 Схема подключения УСК-02С

Считыватель является также универсальным устройством доступа и может работать, как в автономном, так и сетевом режиме. Для работы в сетевом режиме

Управление техническими системами

имеется интерфейс K8-485. В тоже время непосредственно к этому устройству может быть подключен дверной замок, датчик положения двери и кнопка выхода. Таким образом, УСК-02С играет роль также устройства управления для СКУД и не требует установки в данной точке доступа дополнительно контроллера исполнительных устройств.

Для индикации режимов работы в УСК-02С имеется двухцветный светодиод и звуковой сигнализатор. Световой индикатор конструктивно связан с кнопкой управления. В сетевом режиме УСК-02С подключается к БЦП по линии связи и передает в БЦП код идентификатора и состояние встроенной кнопки. Возможны три состояния кнопки:

- кнопка не нажата;
- короткое нажатие на кнопку - менее 1 сек;
- длинное нажатие (нажать и удерживать кнопку до выдачи звукового сигнала, затем отпустить кнопку).

Состояния кнопки используются для определения различных функций управления. В ответ на состояние кнопки БЦП выдает команды для управления исполнительным устройством, звуковой и световой индикацией.

При работе УСК-02С в автономном режиме (без БЦП) программирование производится с помощью мастер-карты.

УСК-02КС представляет собой считыватель ПИН-кода (клавиатура) для работы в составе сетевых СКУД. Внешний вид и схема подключения УСК-02С приведена на рисунке 108. УСК-02КС оснащено 12-кнопочной клавиатурой для ввода команд и ПИН-кода пользователя. В верхней части корпуса расположен светодиодный двухцветный индикатор режима работы. Имеется также встроенный звуковой сигнализатор.

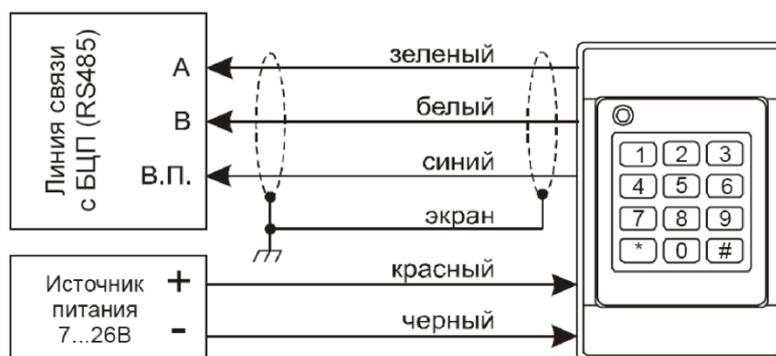


Рисунок 76 Внешний вид схема подключения УСК-02КС

УСК-02Н представляет собой считыватель Proximity-карт (MID ProxCard II или аналогичной) с выходным интерфейсом Wiegand26.

Управление техническими системами

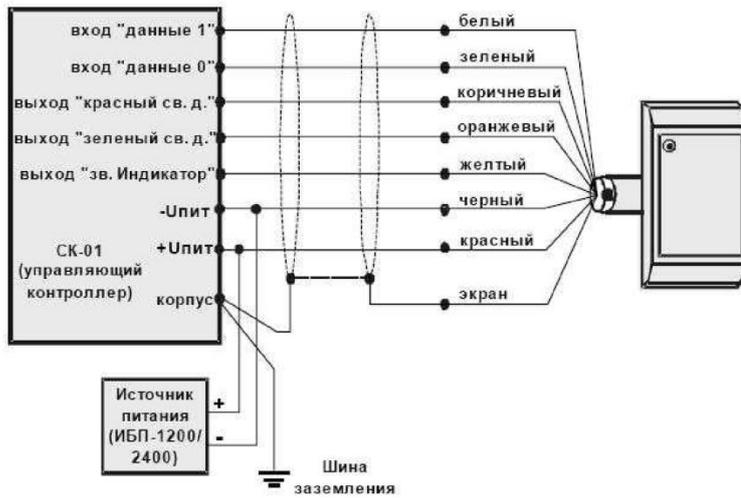


Рисунок 77 Схема подключения УСК-02Н к управляющему контроллеру СК-01

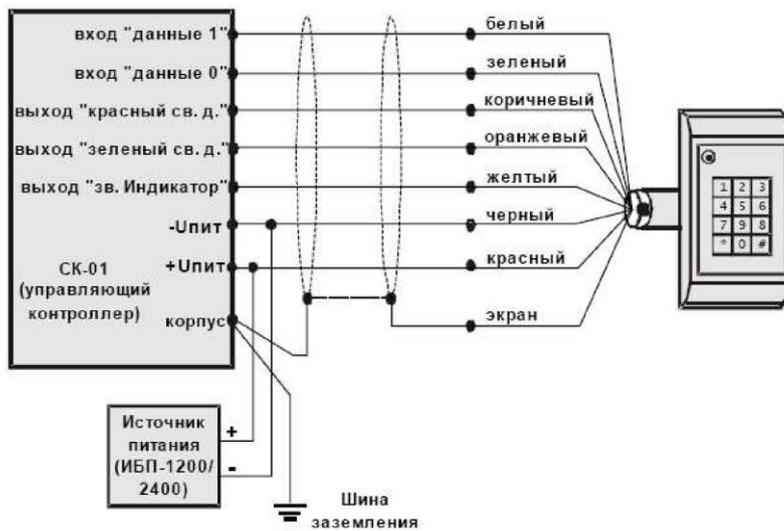


Рисунок 78 Схема подключения УСК-02К к управляющему контроллеру СК-01

УСК-02К аналогично по функциям устройству УСК-02КС, но имеет выходной интерфейс Wiegand26, и подключается к БЦП через контроллер СК-01.

На базе этих устройств может быть реализована подсистема контроля доступа в составе ИСБ, которая имеет следующие возможности:

1. Поддержка различных устройств считывания кода: считыватели Proximity-карт, ключей Teuch-Metory, клавиатуры для ввода ПИНкода, приемники кодов радиобрелоков;
2. Поддержка различных средств идентификации пользователей: Proximity - карты, радиобрелоки, ключи Teuch-Metory, ПИН-код;
3. Идентификация пользователей по нескольким признакам;
4. Организация проходных и шлюзов;
5. Контроль повторного прохода;
6. Интеграция с подсистемами сигнализации;
7. Фотоидентификация;

Управление техническими системами

8. Учет рабочего времени;
9. Организация работы бюро пропусков (оформление пропусков, терминалы заявок на пропуска, печать на пластиковых картах и т.д.).

Для управления исполнительными устройствами (ИУ) СКУД могут быть использованы сетевые контроллеры исполнительных устройств СКИУ- 01 (4 мощных реле с переключающими контактами). При этом для управления ИУ может быть реализовано:

- Ручное и автоматическое управление
- Управление от подсистем сигнализации

Контроль включения/выключения ИУ с помощью контрольного ШС

СКУСК-01Р предназначен для работы с радиоканальным оборудованием компании «Альтоника»: приемник КК-1К, модификация с выходным интерфейсом с выходным интерфейсом Wiegand26, радиобрелок четырехкнопочный RFS4-N. Это оборудование может быть использовано для управления контролем доступа в точках доступа, где требуется удаленное управление исполнительными устройствами, например, открывание ворот при въезде автотранспорта.

Биометрический считыватель для систем контроля и управления доступом **ШУ024-2** предназначен для работы, как в автономном режиме, так и в составе автоматизированных систем контроля и управления доступом (СКУД) в охраняемое (служебное) помещение, где требуется обеспечение режима ограниченного доступа людей.

Область применения - средства контроля и управления доступом для использования в системах охраны различных объектов, в том числе кредитно-финансовых учреждений, объектов особой важности и повышенной опасности.

При автономном использовании считыватель позволяет осуществлять с помощью блока оборудования двери БОД-01 контроль и управление одной точкой доступа.

При использовании в составе внешней СКУД устройство ШУ024-2 (без БОД-01) представляет собой биометрический считыватель с передачей идентификатора пользователя в контроллер СКУД (при успешной идентификации) по интерфейсу Wiegand 26.

В составе интегрированных систем безопасности (ИСБ) при подключении к аппаратуре верхнего уровня (АВУ) считыватель позволяет осуществлять управление взятием (снятием) зон на охрану (с охраны), а также использовать основную базу данных пользователей, хранящуюся во внешней СКУД.

Управление техническими системами

В качестве основного идентификационного признака при работе считывателя используются биометрические данные теплового или емкостного (в зависимости от типа сканера) сканирования отпечатка пальца пользователя (основной признак, код идентификации).

Для объектов особой важности кроме основного признака идентификации предусмотрено применение в качестве второго признака идентификации прокси-мита-карт (при совместной работе с устройством считывания кода типа УСК-02Н).

Устройства предназначены для установки внутри помещения и рассчитаны на круглосуточный режим работы.

По типу используемого сканера отпечатков пальцев различаются следующие исполнения ШУ:

- с тепловым сканером;
- с емкостным сканером.

По типу крепления корпуса при монтаже различаются следующие исполнения ШУ:

- крепление накладное;
- крепление врезное (вандалозащищенное).



Рисунок 79 Внешний вид биометрического считывателя ШУ024-2 (конструкция с тепловым сканером и накладного крепления)

Управление техническими системами

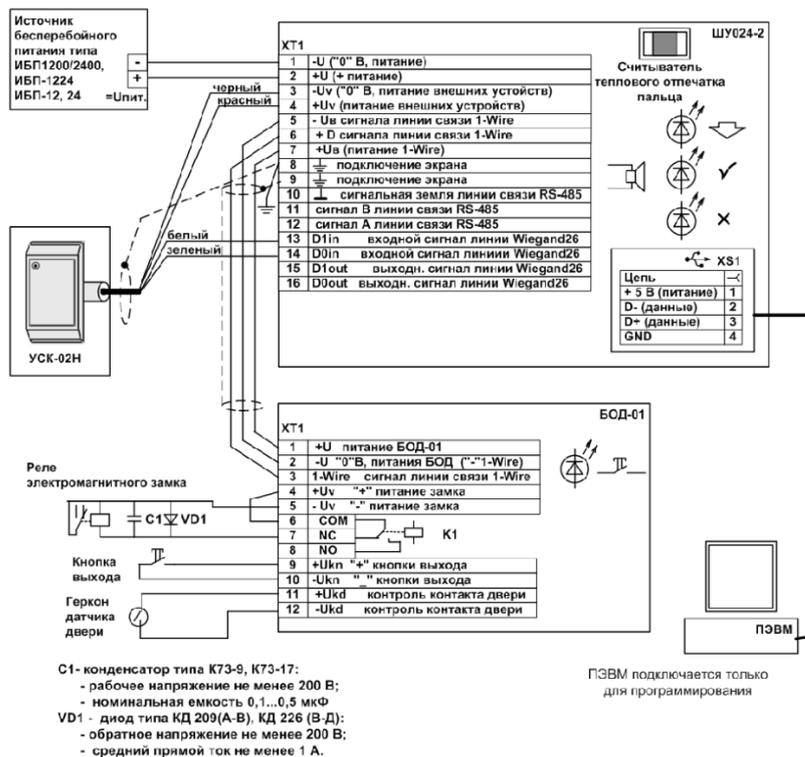


Рисунок 80 Схема подключения биометрического считывателя ШУ024-2 в автономном режиме и дополнительным считывателем Proximity-карт УСК-02Н

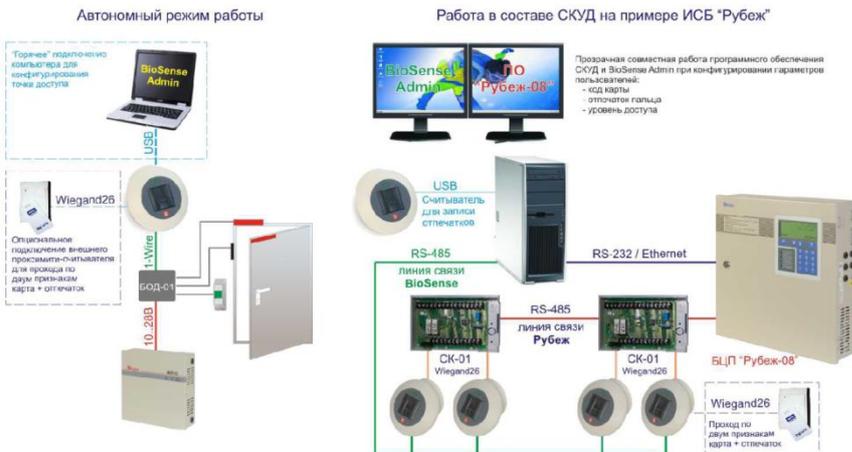


Рисунок 81 Варианты применения биометрического считывателя

Подсистема видеонаблюдения

Интеграция подсистемы СОТ в составе ИСБ «Рубеж-08» обеспечивается на программном уровне. ПО «Рубеж АУ-Монитор» предназначено для создания систем цифровой аудио и видео записи и обеспечивает накопление, хранение на жестком диске персонального компьютера аудио и видео материалов с возможностью одновременного воспроизведения, шумоочистки и передачи по локальным сетям, а так же для организации рабочих мест оператора системы охранного телевидения /17/.

Управление техническими системами

«Рубеж АУ-Монитор» может являться составной частью ПО «Рубеж- 08», а может поставляться как отдельный продукт. Во втором случае он может использоваться для построения самостоятельной СОТ. «Рубеж АУ- Монитор» для подключения телекамер использует платы видеоввода «РМ- Видео-4», «РМВидео-16» и «РМВидео-16-3» производства НПФ «СИГМА- ИС». Входы этих плат позволяют подключать разные источники видео: телекамеры, выходы видеомagneтофонов, видеокоммутаторов. Поэтому, в дальнейшем, источник, подключенный к входу видеоплаты, будет называться видеоканалом.

Система цифровой аудио и видео записи предназначена для накопления, хранения на жестком диске персонального компьютера аудио и видео материалов с возможностью одновременного воспроизведения, шумоочистки и передачи по локальным и глобальным сетям.

Система в минимальной конфигурации содержит:

- 4-х («РМВидео-4»), или 16-ти («РМВидео-16», «РМВидео-16-3») входovou видеоплату производства НПФ «Сигма-ИС», устанавливаемую в PCI-слот персонального компьютера;
- аудиоплату следующего типа: РМАудио-4; INCA88; Нега16;
- стандартную звуковую карту;
- специальное программное обеспечение, работающее в операционной среде Windows NT, 2000.

Особенности системы:

- наращивание возможностей системы посредством установки до 4х видеоплат, определяемых количеством свободных слотов на материнской плате ПК;
- автоматическая и ручная регулировка степени сжатия оригинального алгоритма аудиокомпрессии;
- синхронизация аудиоданных с видеорядом, включая режимы ускоренного воспроизведения;
- независимая шумоочистка регистрируемых сигналов либо в процессе записи, либо в процессе воспроизведения;
- передача накопленной или отслеживаемой аудио и видео информации по локальным сетям;
- простота установки и использования.
- Основные режимы работы:

Управление техническими системами

- многоканальная непрерывная запись аудио и видео информации с одновременным синхронным отображением и озвучиванием регистрируемых данных;
- передача регистрируемых аудио и видео материалов по компьютерным сетям с одновременной записью на базовом компьютере;
- многоканальная непрерывная запись-передача только видео с возможностью детекции движения;
- многоканальная непрерывная аудио запись-передача с возможностью детекции голосовой активности;
- любой из предыдущих режимов, совмещенный с интегрированной системой безопасности на базе приборов «Рубеж» при использовании в составе ПО «Рубеж-08».

Основные возможности

ПО «Рубеж АУ-Монитор» позволяет:

- просматривать изображение, управлять, производить настройку видеокamer, подключенных к видеоплатам на локальном и удаленном компьютерах;
- ставить на охрану и снимать с охраны видеокamеры;
- ставить на охрану и снимать с охраны микрофоны;
- создавать видеозeкраны (наборы видеообластей) и видеообласти (наборы видеоканалов);
- определять области видеодетекции в поле зрения видеокamеры;
- осуществлять детекцию движения в поле зрения видеокamеры;
- осуществлять детекцию голосовой активности в зоне акустического приема микрофона;
- выводить каналы на аналоговые выходы (мониторы) до 3-х выходов для видеоплаты «PMВидео-16»;
- связывать видеоканалы с аудиоканалами;
- производить прослушивание аудиоканала;
- производить прослушивание связанного с видеоканалом аудиоканала;
- назначать операторам права на работу с ПО «Рубеж АУ- Монитор»;
- записывать изображение и/или звук для дальнейшего просмотра и/или прослушивания и создавать архив аудио и видеозаписей;
- автоматически изменять режим записи, а также настройки яркости, контрастности и цветности в зависимости от времени и дня недели (начало, конец временной зоны);

Управление техническими системами

- выполнять действия (ставить на охрану, начинать запись и др.) по наступлению определенного времени (начало, конец временной зоны);
- реагировать на события объектов технических средств БЦП Рубеж, т.е. выполнять действия над видеоканалами и видеообластями;
- связывать поворотные устройства с видеокамерами и управлять ими;
- управлять видеокоммутаторами;
- выводить события, связанные с видеоканалами в протокол Рубеж Монитор, анализировать и документировать их с помощью Рубеж Репорт (поддержка 2 мониторов).

Структура и состав

ПО «Рубеж АУ-Монитор» для подключения телекамер использует платы видеоввода «РМВидео-4», «РМВидео-16», «РМВидео-16-3». Видеоплаты предназначены для приема изображения от черно-белых или цветных видеокамер с последующим преобразованием аналогового сигнала в цифровой и для его отображения на экране монитора (системы видеонаблюдения или компьютера) и сохранения видеоданных на жестком диске компьютера. Для подключения телекамер на плате «РМВидео-4» встроены 4 разъема ВКС. Для подключения телекамер к плате «РМВидео-16» в комплект поставки входят блоки коммутации видеосигналов БКВ-01 или БКВ-02 с разъемами ВКС.

Видеоплата «РМВидео-16-3» обеспечивает возможность подключения 16-х источников видеосигнала - видеокамер цветного изображения типа УСС-5775Р, УСС-6572Р, УСС-6592Р, черно-белого изображения типа УСС-3372Р, УСС-3442Р, УСС-3512Р фирмы «8апуо» или аналогичных с стандартом видеосигнала «СС1К», «РАБ» и уровнем видеосигнала 0,5-2 В и 3-х мониторов системы видеонаблюдения (выходы видеосигнала).

Подключение видеокамер и мониторов системы видеонаблюдения производится с помощью ВКС разъемов блока коммутации видеосигнала БКВ-03 или непосредственно с помощью разъема видеоплаты. Внешний вид плат видеоввода «РМВидео-4» и «РМВидео-16-3» приведен на рисунке 111, блоков коммутации видеосигнала на рисунке 112.

Управление техническими системами



Рисунок 82 Платы видеоввода «RMVideo-4» и «RMVideo-16-50»

Видеоплаты рассчитаны на работу под управлением программного обеспечения «Рубеж-08» (модуль Рубеж «AV-Монитор»),

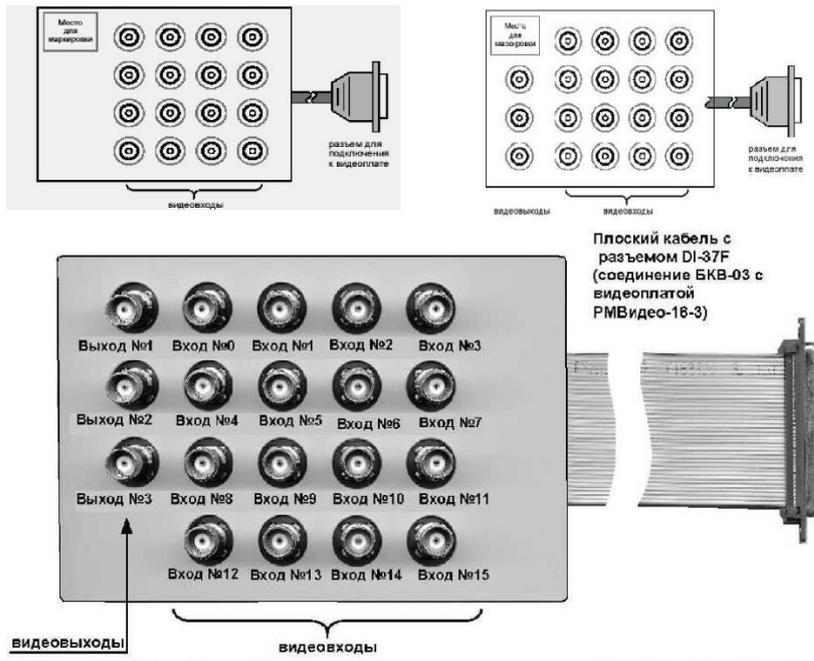


Рисунок 83 Общий вид блоков коммутации видеосигнала БКВ-01, БКВ-02 и БКВ-03

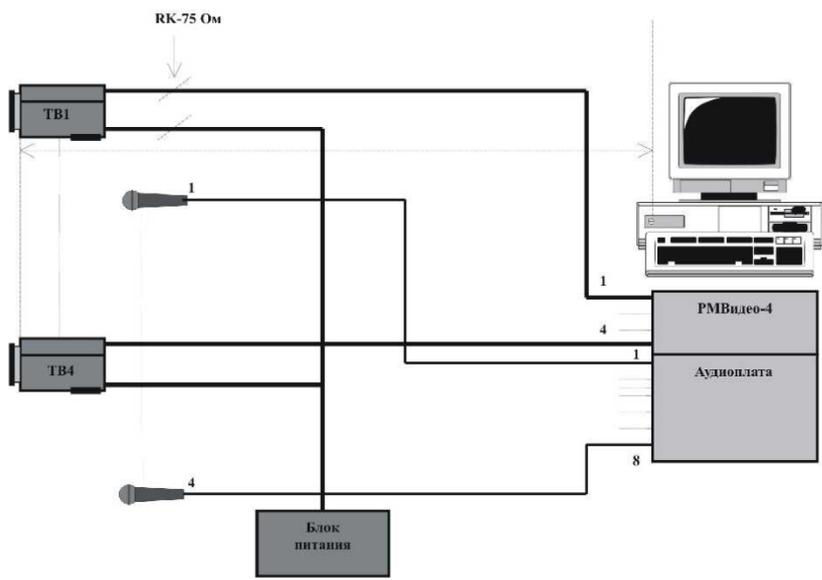


Рисунок 84 Конфигурация системы с одним компьютером

Управление техническими системами

ПО «Рубеж АУ-Монитор» для реализации функций звукозаписи использует следующие устройства аудиоввода для подключения микрофонов:

- аудиоплата «РМАудио-4» (производства «Сигма-ИС»);
- аудиоплата INCA88;
- аудиоплата Нега16;
- стандартная звуковая карта.

Устройство «РМАудио-4» имеет 8 аналоговых выходов и 8 аналоговых линейных входов, что позволяет подключить 8 микрофонов с предварительными усилителями (например микрофоны серии «Шорох»). Устройство осуществляет оцифровку полученного аудиосигнала и передачу потока оцифрованных аудиоданных в прикладное приложение для последующей обработки. Подключение устройства к компьютеру производится по USB-интерфейсу. Возможно подключение до 4 устройств на один системный блок. Конфигурация ПО «Рубеж АУ-Монитор» позволяет подключать микрофоны как с привязкой к конкретному видеоканалу, так и независимо, для осуществления только аудиомониторинга и записи аудиоданных.

Таблица 28 Технические характеристики платы ввода и оцифровки аудиосигналов «РМАудио-4»

Количество подключаемых каналов на один компьютер	2-32
Частота дискретизации	8,16 КГц
Разрядность АЦП	16 бит
Чувствительность линейного входа	
Уровень выходного сигнала	
Разделение между каналами	не менее 75 дБ
Динамический диапазон	не менее 70 дБ
Алгоритм сжатия	ADPCM, G.729, G.723

4.5.3. Возможности ПО видеоподсистемы

При загрузке «Рубеж AV-Монитор» его значок (иконка) попадает в правую область панели задач.



Рисунок 85 Значок ПО «Рубеж AV-Монитор»

Работать с «Рубеж AV-Монитор» могут операторы, которым определены права видеооператора. Вход в главное меню осуществляется нажатием левой кнопки мыши на значке «Рубеж AV-Монитор» в панели задач.

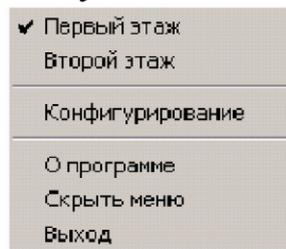


Рисунок 86 Главное меню ПО «Рубеж AV-Монитор»

Выбрав пункт «**Конфигурирование**», можно открыть окно конфигурации. По умолчанию, пароль для входа в режим конфигурирования не требуется. Управление конфигурацией видео состоит из трех закладок:

«**Видео**» – позволяет конфигурировать компьютеры, видеоплаты, видеоканалы, области видеодетекции, видеоэкраны, видеообласти и другие объекты конфигурации;

«**Операторы**» – позволяет конфигурировать разрешения операторов на работу с «Рубеж AV-Монитор»ом, уровни доступа операторов, устанавливать пароль администратора и обеспечивать совместную работу «Рубеж AV-Монитор»а и оборудования Рубеж-08;

«**Общие**» – содержит редактор временных зон, редактор программ «ВидеоСкрипт» и настройки «Рубеж AV-Монитор»;

Закладка «**Видео**» состоит из двух панелей: конфигурирования и отображения видеоизображения.



Рисунок 87 Окно настройки конфигурации ПО «Рубеж AV-Монитор»

Управление техническими системами

Создание и изменение конфигурации происходит через вызов контекстного меню объектов конфигурации в панели структуры окна настройки конфигурации. В зависимости от выделенного в данный момент объекта, контекстное меню различно. На Рис. 117 изображено меню конфигурирования компьютера.

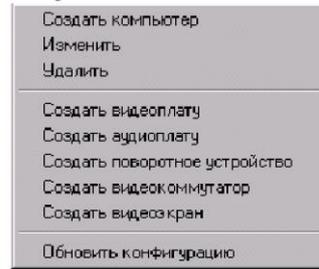


Рисунок 88 Контекстное меню конфигурирования компьютера

Контекстное меню позволяет создать объект текущего уровня, изменить, либо удалить выделенный объект, а также добавить подчиненный объект.

На начальном этапе конфигурирования в панели структуры необходимо создать компьютер, на котором установлены видеоплаты, либо на который будет выводиться изображение (через видеозкраны). Диалог конфигурирования компьютера изображен на Рис. 118.

Управление техническими системами

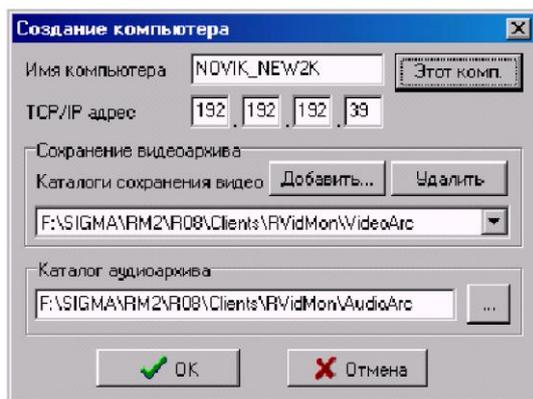


Рисунок 89 Диалог конфигурирования компьютера

Имя компьютера – сетевое имя создаваемого компьютера. Если создается локальный компьютер, то можно нажать кнопку «**Этот компьютер**», тогда имя компьютера, TCP/IP адрес и каталог сохранения видео добавится автоматически. Если локальный компьютер в конфигурации уже существует, то кнопка недоступна.

TCP/IP адрес – сетевой адрес компьютера.

Сохранение видеоархива – здесь указываются список каталогов сохранения видеоархива на этом компьютере. Кнопки «**Добавить**» и «**Удалить**» служат для добавления и удаления путей.

Сохранение аудиоархива – здесь указывается каталог сохранения аудиоданных для локального компьютера.

Создание и конфигурирование видеоплаты изображено на Рис. 116.

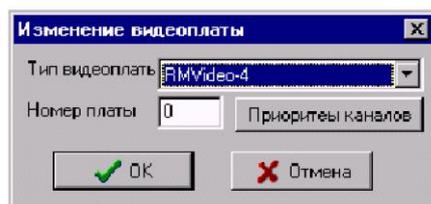


Рисунок 90 Окно добавления видеоплаты

Тип видеоплаты – тип видеоплаты, установленной в компьютере («**PMВидео-4**» или «**PMВидео-16**»).

Номер платы – номер видеоплаты, используемый операционной системой.

Управление техническими системами

Нумерация начинается с 0 и определяет порядок установки плат в PCI слоты компьютера.

Приоритеты каналов – выводит окно распределения ресурсов видеоплаты по видеоканалам (Рис. 120). Кнопка активна только при наличии хотя бы одного видеоканала.

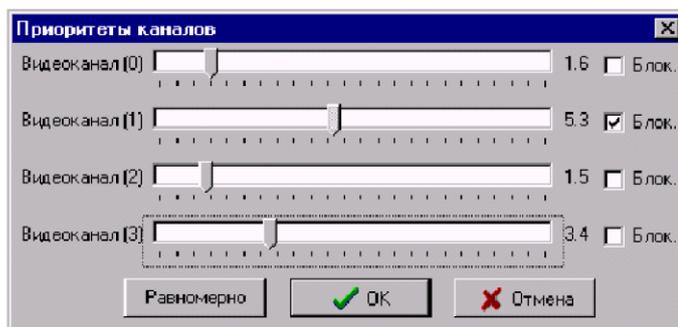


Рисунок 91 Диалог распределения приоритетов видеоканалов

Распределение приоритетов производится передвижением регулятора числа кадров в секунду для каждого канала (общий ресурс видеоплаты составляет 12 кадров). При отмеченном флажке «Блокировка», приоритет данного канала не будет изменяться в зависимости от изменения других каналов. Кнопка «Равномерно» распределяет ресурс между всеми незаблокированными каналами поровну. По умолчанию, для вновь созданного канала назначается минимальный приоритет – 0,1 кадр в секунду. Если приоритеты не выставлялись вообще, то они распределяются равномерно между каналами. Для «РМВидео-4» – 3, для «РМВидео-16» – 0,75 кадра в секунду на каждый канал.

Для каждой платы «РМВидео-16», оснащенной БКВ-2 возможно добавление до 3-х аналоговых выходов. Это может быть монитор, видеомонитор и другие приемники видеосигнала.

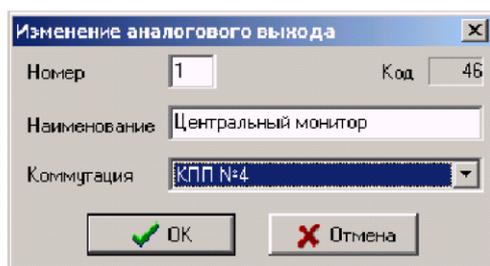


Рисунок 92 Конфигурирование аналогового выхода

Номер – номер видеовыхода;

Наименование – имя видеовыхода, которое будет выводиться в меню управления видеоканалом;

Коммутация – видеоканал видеоплаты, который будет выводиться на видеовыход после загрузки «Рубеж AV-Монитор». Несмотря на эту установку, оператор может менять коммутацию, используя меню управления видеоканала.

Настройки видеоканала зависят от выбранной временной зоны. Для временных зон, отличных от ВЗ «Всегда» возможны установки только яркости, контрастности и цветности и режима автоматической записи;

Название – название видеоканала.

Номер канала – физический номер видеоканала на видеоплате.

Режим – режим, в котором будет отображаться видеоизображение.

Яркость – задает яркость изображения.

Контраст – задает контрастность изображения.

Цветность – задает цветность изображения (для цветного режима).

Алгоритм компрессии – задает алгоритм компрессии изображения при записи на жесткий диск или передаче по сети на удаленный компьютер.

Управление техническими системами

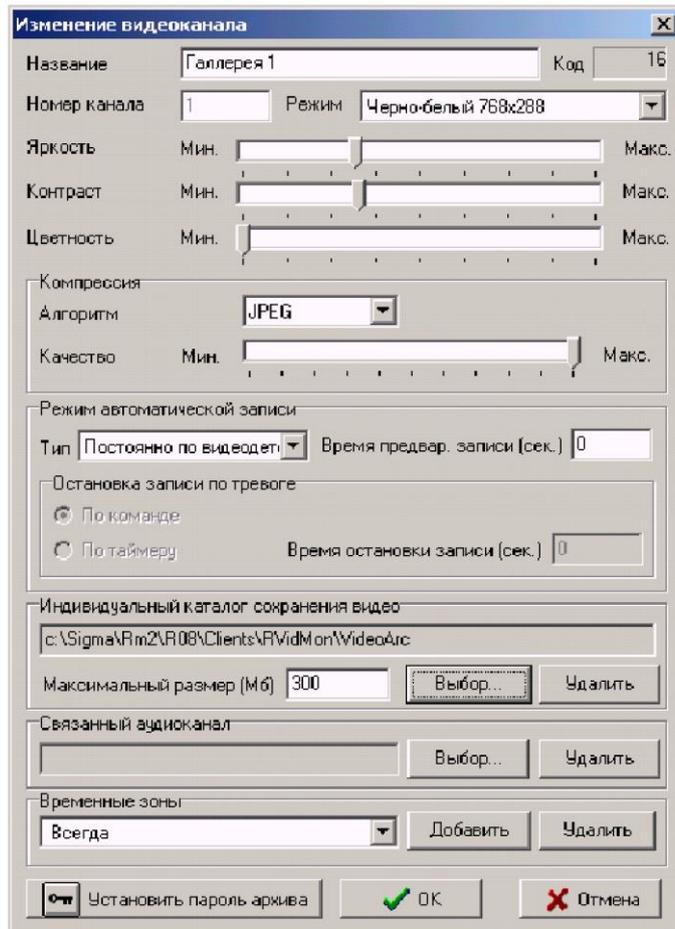


Рисунок 93 Диалог конфигурирования видеоканала

Качество компрессии – задает качество кодирования, чем выше качество компрессии – тем выше качество изображения и тем больше размер одного кадра при записи на диск.

Таблица 29 Средний размер одного кадра видеозображения при различных параметрах; кБ

Режим изображения	Режим компрессии	Качество изображения		
		100 %	80 %	50 %
Цветной 768x288	Wavelet	60	30	15
Цветной 768x288	Jpeg	60,2	30,1	15
Цветной 388x288	Wavelet	33	16,5	8,3
Цветной 388x288	Jpeg	30,1	15	7,5
Черно-белый 768x288	Wavelet	29,7	14,8	7,4
Черно-белый 768x288	Jpeg	33	16,5	8,3
Черно-белый 388x288	Wavelet	24	12	6
Черно-белый 388.288	Jpeg	25	12,5	6,28

Размер кадра прямо пропорционально зависит от сложности изображения.

При этом, качество изображения при 100% и 80% практически не отличается, а размер кадра отличается вдвое. Хотя разница в размере одного кадра при использовании компрессии Wavelet и Jpeg практически не отличается, рекомендуется выбирать сжатие Wavelet, так как качество изображения при этом лучше.

Тип автоматической записи - задает тип автоматического включения записи:

Управление техническими системами

По видеодетектору - запись будет производиться только в случае получения сигнала от программного детектора движения;

Постоянно - запись будет идти постоянно;

По тревоге - запись будет производиться только по тревоге (срабатывание видеодетектора после постановки видеокамеры на охрану).

Время предварительной записи - время, в течение которого будет записываться видеоизображение до события, по которому включилась запись.

Важно учитывать то, что для поддержания буфера предварительной записи требуется дополнительная оперативная память компьютера. Размер этой памяти в Кб вычисляется как сумма объемов требуемых для каждого видеоканала, следующей формулой:

$$V = c * t * 128$$

где - приоритет видеоканала (количество кадров в секунду),

t - время предварительной записи в секундах.

Остановка записи по тревоге - задает тип остановки записи:

По команде - запись будет производиться до остановки оператором

По таймеру - запись будет производиться в течение времени, указанного в поле **«Время остановки записи»**.

Индивидуальный каталог сохранения видео - каталог, отличный от каталога записи видео, указанного в настройках компьютера, используемый для записи изображения только данного видеоканала.

Максимальный размер - Ограничение на размер индивидуального каталога сохранения видео. При превышении размера старый архив будет перезаписываться более новым.

Временные зоны - здесь указана временная зона, во время которой будут действовать текущие установки. При открытии списка показываются все временные зоны, для которых заданы настройки видеоканала.

Добавить - выбрать новую временную зону. Выводит окно редактора временных зон. Если не требуется создание или редактирование временных зон, то необходимо выбрать нужную и нажать **«Выбрать»**.

Удалить - отменить присвоение текущей временной зоны видеоканалу. Временную зону «Всегда» удалить нельзя.

Связанный аудиоканал позволяет связать с видеоканалом аудиоканал, присутствующий в конфигурации.

Установить пароль видеоархива - позволяет определить пароль для просмотра архива этого канала с помощью программы Рубеж Видеоплеер.

При создании **видеоканала**, для него автоматически создается **область видеодетекции** максимального размера, имеющая настройки по умолчанию (Рис. 120). Областей видеодетекции можно создать несколько, при этом они могут иметь различные параметры. При постановке видеоканала на охрану на охрану ставятся все области видеодетекции этого канала.

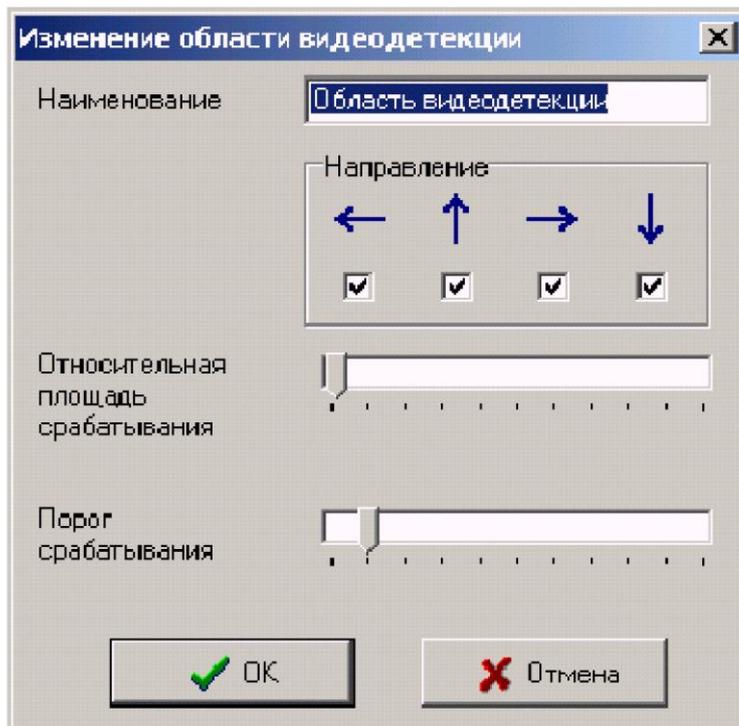


Рисунок 94 Панель настройки области видеодетекции

Наименование - название области, используемое в конфигурации.

Направление - направление, при движении в котором будет срабатывать видеодетектор.

Относительная площадь срабатывания - относительная площадь движущихся объектов относительно площади области видеодетекции, на которые будет реагировать видеодетектор. Чем меньше относительная площадь, тем выше чувствительность видеодетектора.

Порог срабатывания - чувствительность видеодетектора. Чем меньше величина порога срабатывания, тем выше чувствительность.

При выборе области видеодетекции в структуре конфигурации она отобразится в панели отображения видеоизображения. Для изменения размеров области видеодетекции, необходимо указателем мыши переместить один из маркеров в

Управление техническими системами

углу либо в середине любой стороны области. Для изменения положения области нужно захватить ее указателем мыши и переместить на нужное место.

Видеоэкран - набор **видеообластей** отображаемых одновременно.

На мониторе не может выводиться одновременно несколько видеоэкранов.

Количество видеоэкранов ограничено пятнадцатью. Не рекомендуется создавать в видеоэкране более 3-х видеообластей, что в основном ограничивается размером памяти видеоадаптера.

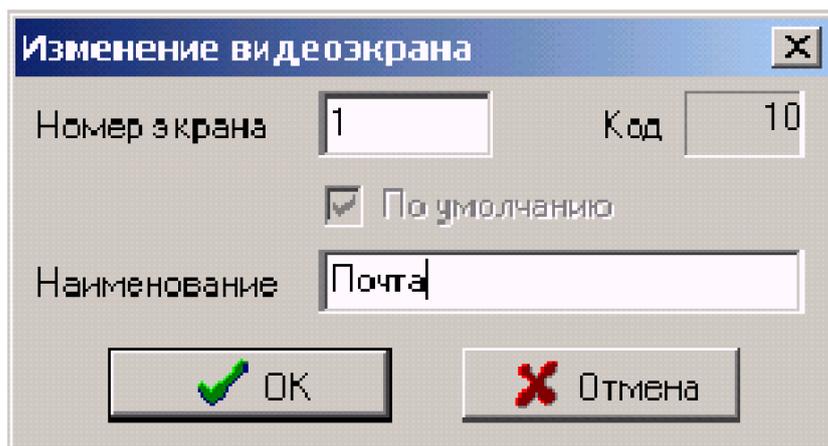


Рисунок 95 Диалог создания видеоэкрана

Номер экрана - цифра, нажатие клавиши которой совместно с клавишей «АН» позволяет активизировать этот видеоэкран, при этом скрывает остальные. Если видеоэкран высвечен, то по нажатии этой комбинации клавиш, он скроется.

Наименование - название видеоэкрана, которое будет отображаться в главном меню ПО «Рубеж AV-Монитор».

По умолчанию - задает видеоэкран, который будет выводиться автоматически при загрузке «Рубеж AV-Монитор»а. Этот флажок учитывается только при установленном флажке «Отображать видеоэкран после загрузки» на закладке «Общие».

Видеообласть содержит видеоканалы в соответствии с выбранным расположением.

С замещением - в видеообласть выводится последний сработавший видеоканал.

Селективная - в этом режиме видеообласть будет отображать каналы только в случае явного указания через меню управления видеообласти. Этот режим удобен, когда необходимо оперативно менять состав видеообласти, например, для руководителя, инспектирующего изображения с различных видеокамер.

Управление техническими системами

С накоплением - видеоканалы будут располагаться в видеообласти в режиме полиэкрана;

С замещением - выбранный видеоканал замещает предыдущий.

Изменение размеров видеообласти производится путем перемещения углов и сторон видеообласти мышью при нажатой клавише **Ctrl**:

- левый верхний угол - перемещение по экрану во всех направлениях;
- левый нижний угол, левая сторона - перемещение по горизонтали;
- правый нижний угол, правая сторона - пропорциональное изменение размеров видеообласти;
- правый верхний угол - одновременное изменение размеров и перемещение видеообласти по вертикали;
- верхняя сторона - перемещение по вертикали.

Создание видеоканалов в видеообласти производится двумя способами:

- 1) добавлением канала к видеообласти (в этом случае необходимо выбрать видеоканал из всех, присутствующих в конфигурации);
- 2) перетаскиванием канала из структуры видеоплаты в видеообласть.

После загрузки на дисплей выводится все доступные видеообласти (Рисунок 126) и появляется значок «Рубеж AV-Монитор» в панели задач. Количество, размеры и выводимые видеоканалы задаются в конфигурации «Рубеж AV-Монитор» и не подлежат изменению оператором.

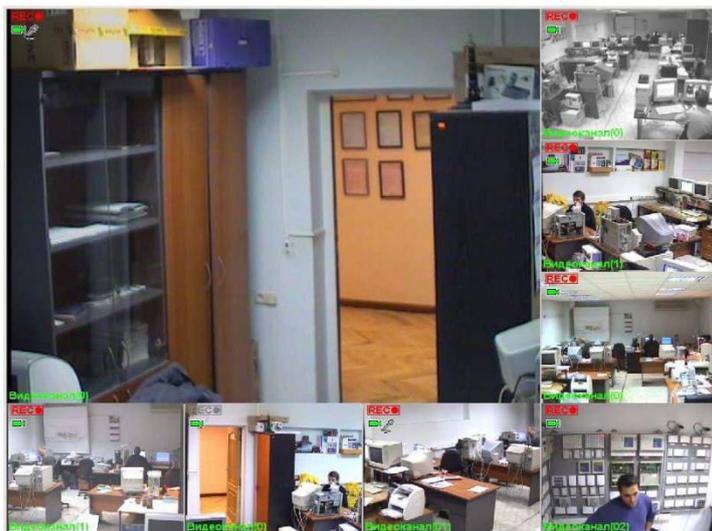


Рисунок 97 Видеообласть



Рисунок 98 Панель просмотра видеоархива

Управление просмотром осуществляется кнопками на панели управления (рис. 127). В правом нижнем углу панели управления имеется возможность интерактивного выбора даты и времени фрагмента для воспроизведения. Вертикальными полосами отмечается начало записанных фрагментов.

В случае поступления тревожного события по видеоканалу, он выделяется красным цветом (Рис.128) и воспроизводится тревожный звуковой сигнал. Тревожной считается так же ситуация пропадания видеосигнала.

Если данный видеоканал определен к тревожной области, то он высветится на ней в соответствии с заданными настройками. Если установлена запись по тревоге, то включится запись видеоизображения. Управление видеоканалом осуществляется через контекстное меню. Оператор должен принять событие и восстановить состояние видеоканала.

Управление техническими системами



Рисунок 99 Тревожное событие

В «Рубеж AV-Монитор» имеется возможность управления поворотными устройствами фирмы Pelco и Philips. Поворотные устройства фирмы Pelco поддерживают режим Direct mode» по протоколу «Pelco P» при скорости передачи данных 4800 б/сек с параметрами 8 бит данных, без бита контроля четности, 1 стоп бит. Управление осуществляется эмуляцией клавиатуры KBD300A этой же фирмы по COM порту ПЭВМ. Преобразование интерфейса RS-232 COM порта ПЭВМ осуществляется при помощи устройства преобразования интерфейса ПИ-01 (преобразователь RS232/RS422 с гальванической развязкой).

Управление поворотными устройствами фирмы Philips в ПО «Рубеж- 08» осуществляется по интерфейсу RS-232 на скорости передачи данных 9600 б/сек с параметрами 8 бит данных, без бита контроля четности, один стоп бит. В качестве интерфейса используется RS-232 COM порт персонального компьютера. Возможно управление поворотным устройством по интерфейсу Viphase с использованием преобразователя интерфейса RS-232 в Viphase фирмы Philips. Адрес поворотного купола не может быть установлен из «Рубеж AV-Монитор» и устанавливается заранее штатными устройствами управления поворотным куполом фирмы Philips. Возможно управление поворотными устройством одновременно с персонального компьютера по RS-232 и с пульта управления по Viphase.

Изображение видеоканала, связанного с поворотным устройством имеет соответствующий символ в левом верхнем углу, чуть левее символа текущего состояния камеры (см. Рис. 129).



Рисунок 100 Значок поворотного устройства

Внешний вид панели управления поворотным устройством и назначение элементов управления показан на Рис. 130.

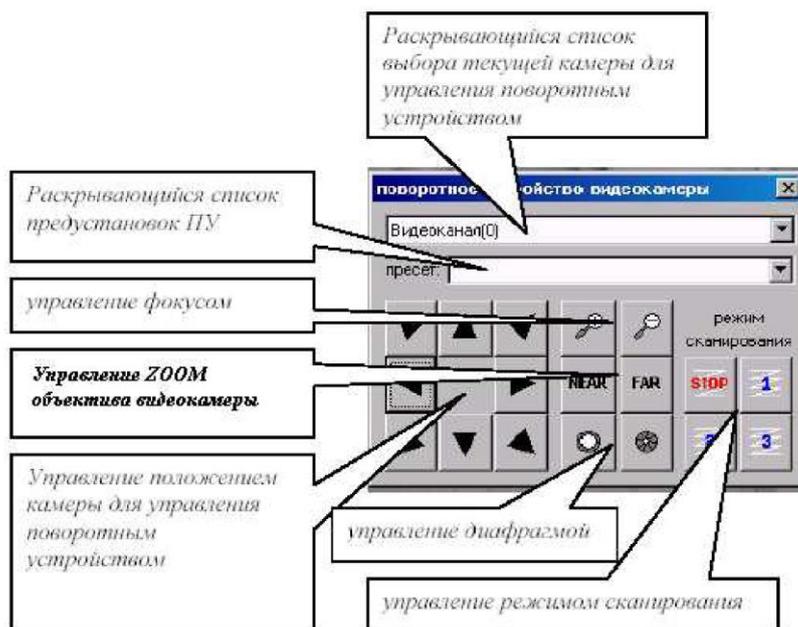


Рисунок 101 Панель управления поворотным устройством

Лекция

по теме 2.1.5. Возможности подсистем ИСБ

ВОПРОСЫ

1. Принципы построения АСУ ФЖБ на основе аппаратуры "Рубеж".
2. ИСБ "Рубеж" для защиты объектов кредитно-финансовой сферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крахмалев А.К. Интегрированная система безопасности "Рубеж": Учебное пособие. М.: 2007. – 244 с. (с. 187-206).

1. Принципы построения АСУ ФЖБ (функционирование, жизнеобеспечение, безопасность) на основе аппаратуры "Рубеж"

Аппаратно - программный комплекс «Рубеж» был использован при проектировании АСУ ФЖБ автодорожных туннельных путепроводов третьего транспортного кольца г. Москвы (Лефортовский, Кутозовский и Гагаринский путепроводы).

Проектируемые путепроводы тоннельного типа являются уникальными, не имеющим аналогов в практике отечественного строительства сооружениями. Необходимо отметить, что для такого рода объектов к моменту начала проектирования не были разработаны строительные нормы и правила, определяющие порядок выбора соответствующих технических решений.

При выборе и обосновании проектных решений учитывался отечественный опыт строительства сооружений сходного целевого назначения, а также известный опыт проектирования, строительства и эксплуатации сооружений подобного типа за рубежом.

При разработке основных принципов построения и реализации АСУ ФЖБ путепровода и выборе и обосновании системы критериев функционирования системы был проанализирован накопленный в отечественной и мировой практике опыт аварий и катастроф, случившихся в сооружениях подобного типа.

Особое внимание было уделено поиску рационального корректного решения вопросов программно-аппаратного и информационного сопряжения АСУ ФЖБ с подсистемой автоматизированного управления движения автотранспорта в тоннеле «Старт - ТЛ», выполненной научно-исследовательским и проектным институтом городского пассажирского транспорта г. Москвы «МосгортрансНИИпроект». В силу того, что указанная система построена на базе надежного высокоэффективного импортного оборудования, достаточно отработана и реализована в различных модификациях на целом ряде объектов, ее функциональные возможности были использованы в процессе построения АСУ ФЖБ путепровода.

Цели создания и задачи АСУ ФЖБ

Управление техническими системами

Основной целью создания системы является повышение эффективности работы диспетчера центрального диспетчерского пункта путепровода за счет обеспечения оперативности и обоснованности решений, принимаемых в процессе реализации следующих основных задач:

- предотвращение возникновения ситуаций, связанных с угрозой для жизни людей и нанесением ущерба оборудованию и сооружениям путепровода;
- минимизация угрозы для жизни людей и ущерба оборудованию и сооружениям путепровода в случае аварии, пожара, затопления, террористического акта, выхода из строя технологического оборудования и т.д.;
- обеспечение движения автотранспорта
- непрерывная диагностика и поддержание функционирования оборудования и аппаратуры основных технологических подсистем путепровода.

Система предназначена для решения следующих задач:

- автоматического и автоматизированного управления функционированием основных технологических подсистем объекта, как в нормальном режиме работы, так и при возникновении угрозы для жизни людей и нанесения ущерба оборудованию и сооружениям путепровода;
- обеспечения диспетчера центрального диспетчерского пункта путепровода всей информацией, необходимой для оперативного принятия рациональных обоснованных решений в конкретных условиях обстановки;
- непрерывной автоматической диагностики, поддержания функционирования и оперативного восстановления работоспособности комплекса технологического оборудования и аппаратуры путепровода.

Задача обеспечения движения автотранспорта определяет основное функциональное назначение объекта. Она реализуется в рамках подсистемы автоматизированного управления движением автотранспорта в тоннеле «Старт - ТЛ».

Обобщенная оценка и классификация комплекса задач АСУ ФЖБ

Со структурной точки зрения автотранспортный путепровод тоннельного типа следует рассматривать как сложную организационно-иерархическую систему. Определяющим фактором при решении вопросов построения автоматизированной системы управления функционированием такой системы (выбор структуры системы, построение алгоритма ее функционирования, определение состава комплекса технических средств и т.д.) является ее целевое назначение. Именно по-

Управление техническими системами

этому, рассматривая комплекс задач по управлению функционированием путепровода, была особо выделена группа задач, связанных с обеспечением движения автотранспорта.

Все основные задачи разделены на три группы:

- задачи по организации и управлению движением автотранспорта в путепроводе (I группа задач);
- задачи по обеспечению и поддержанию необходимых условий эксплуатации путепровода (II группа задач);
- задачи по обеспечению безопасности людей, автотранспорта и сохранности сооружений и оборудования путепровода (III группа задач).

Необходимо отметить ряд общих существенных признаков, свойственных всем представленным задачам.

Задачи имеют определенный приоритет, выполняются в большинстве случаев в определенной последовательности и во взаимосвязи (по определенным алгоритмам).

Состав, содержание, алгоритм и приоритет выполнения задач в значительной степени определяются реальной обстановкой, складывающейся в процессе функционирования путепровода.

При комплексном выполнении задач определяющим фактором является целенаправленная деятельность лица, принимающего решения (диспетчера).

Для решения задач используются разнообразные и достаточно сложные технические устройства и оборудование автоматики и телемеханики.

По содержанию задачи относятся к организациям, представляющим различные ведомства (ГОРМОСТ, ГИБДД, УГПС, МВД, МЧС, МГТ и т.д.).

Кроме уже описанной классификации, выделены задачи, решаемые в двух основных режимах функционирования объекта:

- штатный (повседневный) режим;
- нештатный режим (при возникновении неисправности, тревоги или чрезвычайной ситуации - пожар, авария, террористический акт и пр.).

Существенно отметить, что значительная часть задач решается непрерывно (в любых ситуациях), хотя конкретное содержание таких задач в существенной степени определяется реальной обстановкой.

Так, в штатной ситуации основными являются задачи по управлению и контролю над движением автотранспорта, по контролю над противопожарной обстановкой и параметрами газовой среды в тоннеле, по диагностике, проверке

Управление техническими системами

и ремонту оборудования и аппаратуры, по недопущению несанкционированного проникновения посторонних лиц в тоннельные сооружения и притоннельные технологические и служебные помещения путепровода.

В нештатной ситуации, например, при возникновении пожара в тоннеле вследствие столкновения автотранспорта, на первый план выдвигаются следующие задачи:

- организация пожаротушения, противодымной защиты, предотвращение распространения огня;
- передача тревожной информации соответствующим городским службам;
- организация и проведение эвакуации людей и неисправного или пострадавшего автотранспорта;
- обеспечение сохранности сооружений и оборудования путепровода.

Такая, достаточно сложная взаимозависимость приоритетов, состава и содержания решаемых задач с реальными условиями обстановки, предъявляет достаточно жесткие требования к структуре, алгоритму функционирования автоматизированной системы и комплексу технических средств, размещаемых на автоматизированном рабочем месте диспетчера путепровода. Вместе с тем, учитывая реальную возможность выхода из строя (нарушения функционирования) отдельных исполнительных устройств, принципиально следует избегать реализации жесткой схемы стандартных типовых решений, обеспечивая диспетчеру путепровода возможность оперативного принятия рационального решения в любых условиях обстановки.

Таким образом, задачи АСУ ТП можно разбить на три основные группы:

- 1) группа задач, как отражающая основное целевое предназначение путепровода, будем именовать задачами **функционирования** объекта (задачами управления движением);
- 2) группа задач - задачи **жизнеобеспечения** объекта;
- 3) группа задач - задачи обеспечения **безопасности** объекта.

Анализ и классификация типовых чрезвычайных ситуаций

Под чрезвычайной ситуацией (ЧС) в общем случае понимается появление (возможности появления) событий или процессов, возникновение, развитие и последствия которых могут привести к снижению либо предотвращению возможности обеспечения непрерывной и устойчивой реализации основного функционального предназначения путепровода.

Управление техническими системами

Существенно, что моментом возникновения такой ситуации с точки зрения режима работы центрального диспетчерского пункта (ЦДП) является **факт получения** диспетчером соответствующей информации (тревожной информации), а не момент реального возникновения ЧС.

Такой подход принципиально предопределяет особые требования к системам и техническим средствам, предназначенным для сбора, обработки информации об обстановке и доведения ее до диспетчера (это, в частности, система теленаблюдения за обстановкой в тоннеле, система связи, система пожарной сигнализации, система охранной сигнализации и контроля и управления доступом, и т.п.). Очевидно, что до тех пор, пока тревожная информация не дойдет до диспетчера, ЧС не определена и ни о какой целенаправленной деятельности не может быть и речи.

Для классификации чрезвычайных ситуаций необходимо выбрать критерии, по которым проводится классификация. В принципе, выбор критериев классификации ЧС может быть произволен, однако целесообразно связать его с вопросами построения алгоритмов работы диспетчера ЦДП при возникновении ЧС. Можно выделить следующие наиболее общие критерии классификации ЧС.

По степени опасности и размеру возможного ущерба:

- с опасностью для жизни людей и возможностью нанесения ущерба (вывода из строя) сооружений и оборудования путепровода;
- с возможностью нанесения ущерба (вывода из строя) сооружений и оборудования путепровода;
- с возможностью затруднения (временного прекращения) движения автотранспорта в путепроводе.

По существенным признакам:

- взрыв (с разрушениями или без них) в тоннельных сооружениях или притоннельных служебных помещениях путепровода;
- пожар в тоннельных сооружениях или притоннельных служебных помещениях путепровода;
- затопление тоннельных сооружений или притоннельных служебных помещений путепровода;
- столкновение или выход из строя автотранспортных средств;
- затруднение или остановка движения автотранспорта в тоннеле (затор, пробка);
- выход параметров газо-воздушной среды в тоннеле за допустимые пределы;

Управление техническими системами

- неисправность (выход из строя) технологического оборудования и аппаратуры основных функциональных подсистем путепровода.

По предпосылкам возникновения:

- ❖ человеческий фактор - результат целенаправленной деятельности (террористический акт, преднамеренный вывод из строя оборудования или аппаратуры т.п.);
- ❖ человеческий фактор - результат непреднамеренной деятельности (авария автотранспорта, случайный вывод из строя оборудования или аппаратуры и т.п.);
- ❖ объективные факторы техногенного и природного характера (перегрузка путепровода по транспортному потоку или неисправность автотранспортных средств, неисправность (выход из строя) технологического оборудования и аппаратуры основных функциональных подсистем путепровода, отключение энергии, ураганы, землетрясения и т.д.).

По временным параметрам:

- ✚ свершившееся событие;
- ✚ предполагаемое событие (развивающийся процесс с возможными неблагоприятными последствиями).

По масштабу (возможному порядку привлечения сил и средств по предотвращению ЧС и ликвидации ее последствий):

- ✓ силами дежурной смены ЦДП и эксплуатационных служб путепровода;
- ✓ с привлечением сил и средств организационных систем и служб вышестоящего уровня.

Такая классификация ЧС послужила формальной основой для выделения категорий (групп) типовых ЧС и выработки основных принципов разработки типовых алгоритмов работы диспетчера ЦДП при возникновении реальных ЧС в процессе функционирования путепровода.

Алгоритм проведения анализа для построения модели объекта - автодорожного туннеля, показан на рисунке 135.

Управление техническими системами

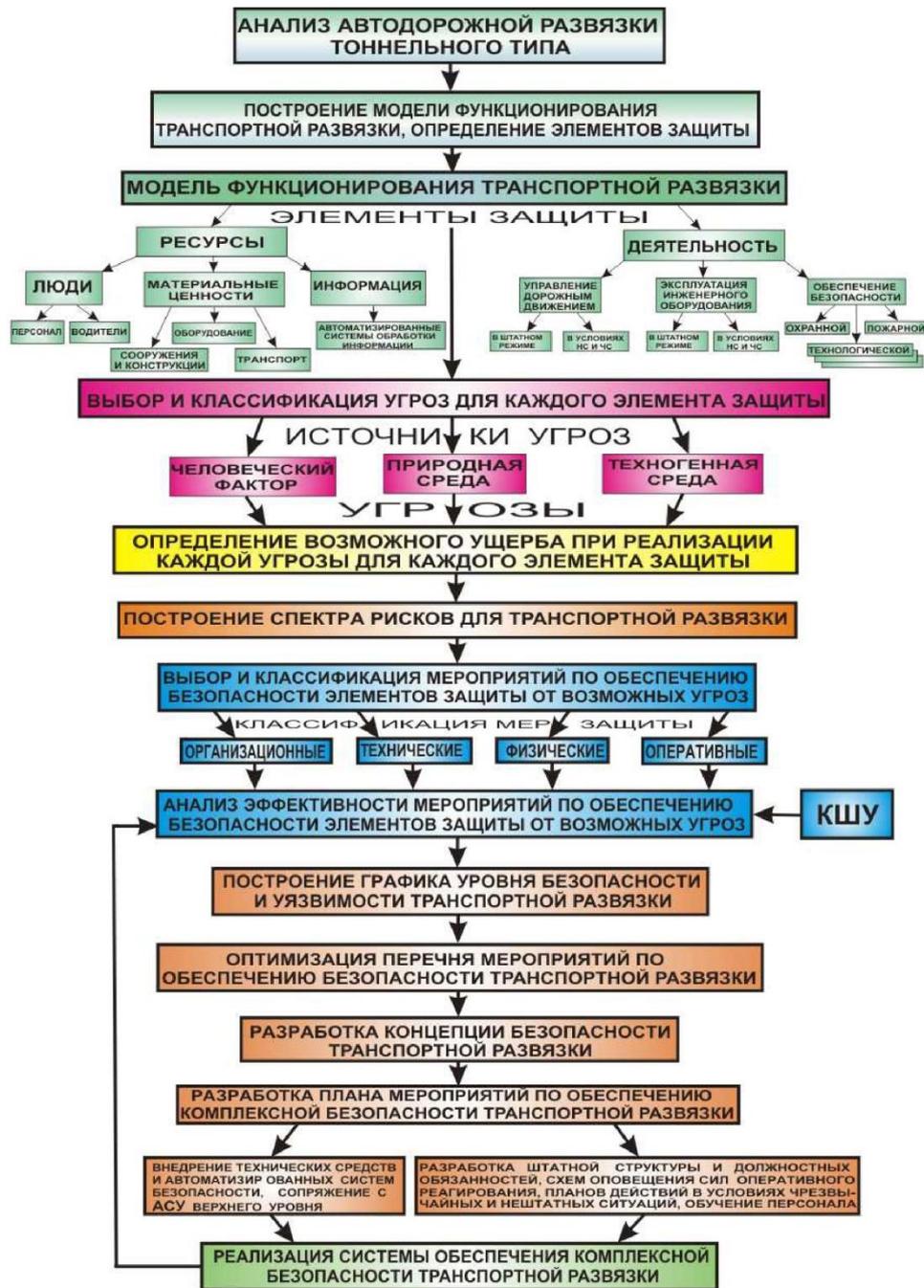


Рисунок 102 Анализ и классификация задач для построения АСУ ФЖБ

Основные принципы построения АСУ ТП

В соответствии с обоснованным выше комплексом задач по управлению технологическими процессами функционирования объекта, рассматриваемую систему в рамках настоящего изложения допустимо далее условно именовать автоматизированной системой управления функционированием, жизнеобеспечением и безопасностью (АСУ ФЖБ) объекта. Предлагается следующая классификация основных принципов построения АСУ ФЖБ: системотехнические и информационные, в том числе:

Системотехнические:

Управление техническими системами

- 1) соответствие возможностей по управлению системой реальным задачам обеспечения ФЖБ объекта;
- 2) достижение максимального уровня непрерывности, устойчивости и оперативности управления;
- 3) возможность рационального сочетания автоматизированного (с участием должностных лиц автоматизированных рабочих мест (АРМ)) и автоматического режима работы при выработке управляющих воздействий;
- 4) обеспечение максимального использования всех функциональных возможностей реальных подсистем ФЖБ в разного рода экстремальных (чрезвычайных) ситуациях (ЧС);
- 5) обеспечение функционального и аппаратного резервирования основных компонент системы;
- 6) обеспечение возможности динамического перераспределения управленческих функций между АРМ должностных лиц (передача управления)

Информационные:

- 1) полнота и наглядность (представительность) отображения информации;
- 2) однозначная взаимозависимость важности информации и наглядности (представительности) ее отображения;
- 3) организация распределенного доступа различных должностных лиц - пользователей АРМ к определенной информации;
- 4) возможность перераспределения доступа должностных лиц к определенной информации в зависимости от ситуации (состояния объекта);
- 5) построение АСУ ФЖБ как открытой системы с обеспечением возможности наращивания функциональных возможностей, корректировки и модификации отдельных компонентов системы.

Выбор и обоснование состава основных функциональных подсистем АСУ ТП объекта

На рисунке 136 представлен состав основных функциональных подсистем АСУ ФЖБ объекта с указанием соответствующих организационных систем и служб вышестоящего уровня, а также специализированных технологических систем и комплексов исполнительных устройств. Представленные на рисунке 135 данные анализа и классификации задач положены в основу разработки базовой структурно-функциональной схемы комплекса (рисунок 137).

Управление техническими системами

Комплекс предусматривает три основных автоматизированных рабочих места (АРМ), ориентированных на основные функциональные подсистемы комплекса. Такой вариант при условии организации сетевого режима работы соответствующих ПЭВМ позволяет в наиболее полной мере реализовать основные системотехнические и информационные принципы, положенные в основу построения системы.

Целесообразно на начальном этапе практической реализации и эксплуатации АСУ ФЖБ путепровода дублировать управленческие функции системы типовыми техническими средствами автоматики и телемеханики. Это вполне реально при реализации сокращенной схемы оснащения ЦДП. Впоследствии, по мере отработки практических вопросов использования системы и уточнения основных алгоритмов функционирования ЦДП, появится возможность обоснования реально требуемой структуры ЦДП и соответствующего состава КТС, что послужит основанием для уточнения организационно-штатной структуры ЦДП объекта. По мере накопления опыта практического использования АСУ ТП дублирование управленческих функций системы типовыми техническими средствами автоматики и телемеханики постепенно приобретет характер функционального резервирования, а непосредственная реализация функций управления объектом будет реализовываться с ПЭВМ из состава комплекса технических средств АРМ ЦДП.



Рисунок 103 Состав основных функциональных подсистем АСУ путепровода тоннельного типа

В рамках предложенной классификации целесообразно выделить следующие основные функциональные подсистемы комплекса (рисунок 137):

Комплекс подсистем управления движением (АСУ безопасностью дорожного движения - категория **F**), в том числе:

- ✓ подсистема теленаблюдения и видео контроля;

Управление техническими системами

- ✓ подсистема управления движением (светофорами, шлагбаумами и световыми информационными табло);
- ✓ подсистема контроля основных параметров движения автотранспорта (плотность и средняя скорость движения по рядам), и др.

Комплекс подсистем жизнеобеспечения путепровода (АСУ жизнеобеспечения транспортной развязки - категория L), в том числе:

- ✚ подсистема связи (ГГС, местной и городской телефонной, радиотрансляционной);
- ✚ подсистема энергоснабжения (силовое и осветительное электроснабжение - рабочее, дежурное и аварийное);
- ✚ подсистема водоснабжения;
- ✚ подсистема водоудаления;
- ✚ подсистема приточной вентиляции;
- ✚ подсистема вытяжной вентиляции;
- ✚ подсистема отопления.

Комплекс подсистем обеспечения безопасности (АСУ обеспечения комплексной безопасности - категория S), в том числе:

- ❖ подсистема пожарной сигнализации, обнаружения и извещения о пожаре;
- ❖ подсистема автоматического пожаротушения;
- ❖ подсистема противодымной защиты и дымоудаления;
- ❖ подсистема контроля газо-воздушной среды в путепроводе, и др.
- ❖ подсистема оповещения и управления эвакуацией;
- ❖ подсистема охранной сигнализации, контроля и управления доступом в отдельные подразделения объекта, и др.

Автоматизированные рабочие места (АРМ) подсистем всех категорий, в том числе и резервируемые, оснащены соответствующим комплексом технических средств, в состав которых входят следующие компоненты:

Подсистема спецоповещения о ЧС, в том числе:

- подсистема оперативной связи с ГИБДД, ГУГПС, ГОРМОСТ, Скорой помощью, МВД, МЧС, ФСБ;
- подсистема оперативной связи с городскими аварийными и эксплуатационными службами (ГОРМОСТ, МГС, МГТ, МВК, Мосэнерго).

Управление техническими системами

Информационная подсистема в составе базы данных (распределенной для группы АРМ), сервера, а также программных и технических средств поддержки функционирования локальной вычислительной сети (ЛВС).

Подсистема исполнительных элементов (ИУ), поддерживаемая средствами управления и диагностики состояния ИУ.

Например, для подсистем:

- категории F - светофоры, теле- и видеокамеры, световые табло, шлагбаумы, датчики регистрации плотности потока и т.д.;
- категории L - вентиляторы, датчики, газоанализаторы, и т.д.;
- категории S - различного рода и назначения охранные и пожарные датчики и извещатели, противопожарные шторы, управляющие устройства дренчерных завес, устройства контроля и управления доступом и т.д.

Подсистема сбора и преобразования информации от ИУ, а также передачи соответствующей информации в базу данных системы.

Кроме того, в составе АСУ ФЖБ имеются:

- средства отображения коллективного пользования с соответствующим устройством управления (мнемосхемы различного предназначения, телемониторы системы контроля за движением автотранспорта и обстановкой в тоннеле, контрольные щиты и панели);
- технические службы (возможно, также оснащенные АРМами) подсистем обеспечения безопасности, функционирования и жизнеобеспечения, обеспечивающие, в частности, восстановление неисправных ИУ. На эти службы возложено проведение работ по диагностике, проверке и ремонту оборудования и аппаратуры.

На рисунках 137 и 139 приведены иллюстративные материалы по реализации рассмотренных принципов построения АСУ ФЖБ в Кутузовском туннельном тепроводе г. Москвы.

Управление техническими системами

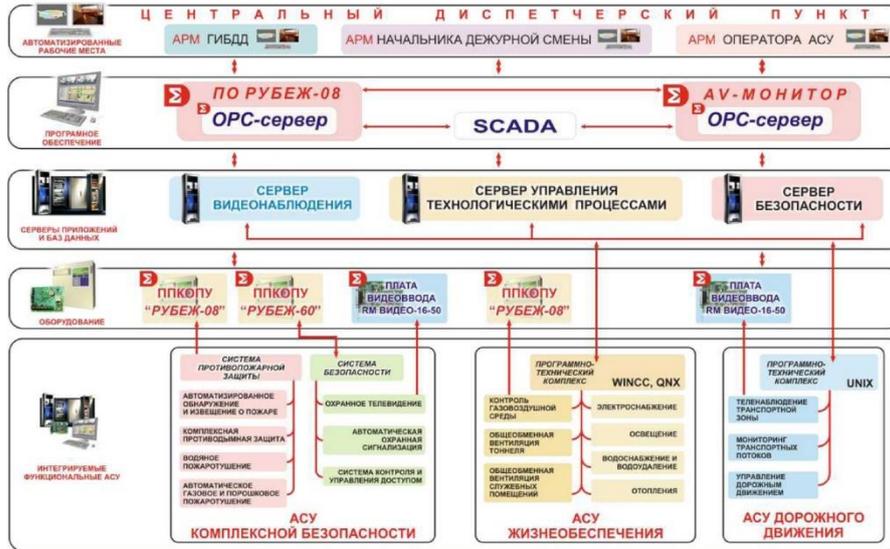


Рисунок 104 Структура АСУ ФЖБ автомагистрального тоннеля на основе ИСБ

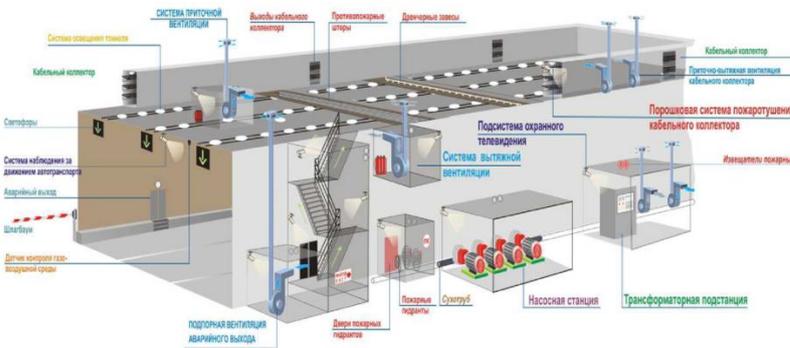


Рисунок 105 Фрагмент конструкции и структура АСУ ТП лутерпровода тоннельного типа



Рисунок 106 Центральный пост управления АСУ ФЖБ

2. ИСБ «Рубеж» для защиты объектов кредитно-финансовой сферы

Управление техническими системами

Обеспечение безопасности объектов кредитно-финансовой сферы — задача сложная и ответственная. Поскольку банковская система подобно кровеносным артериям обеспечивает нормальное функционирование огромного государственного организма, нештатные и чрезвычайные ситуации могут привести не только к локальным финансовым потерям, но и к серьезным экономическим и политическим проблемам, как в масштабах области, региона, так и в масштабах всего государства.

Для надежной защиты объектов, как и всей системы в целом, необходим постоянно осуществляемый комплекс мер по предупреждению, пресечению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Противостоять широкому спектру угроз возможно только с использованием современных технических средств безопасности и информационных технологий. Применение отдельных технических средств и подсистем для обеспечения защиты объектов кредитно-финансовой сферы на сегодняшний день уже не решает задачи обеспечения комплексной безопасности, поэтому приоритетным направлением в этой области является использование интегрированных систем безопасности.

Исходя из требований, предъявляемых к комплексной безопасности объектов кредитно-финансовой сферы, с одной стороны, функциональных возможностей и технических характеристик современных интегрированных систем безопасности, с другой, а также экономической целесообразности, был разработан и реализован проект оснащения ряда объектов кредитно-финансовой сферы интегрированными системами безопасности серии «Рубеж» /18/.

Только за период с 1999 по 2003 год системами «Рубеж» было оборудовано несколько десятков расчетно-кассовых центров (РКЦ) субъектов Российской Федерации, а также зданий коммерческих банков в Москве, Кишиневе, Магадане, Якутии и других регионах.

На основе применения однотипной аппаратуры и соответствующего программного обеспечения была организована система сбора, обработки и хранения информации о состоянии технических средств и безопасности оборудованных ИСБ «Рубеж» объектов кредитно-банковской сферы регионов. При этом служебная информация в системе безопасности была защищена аппаратными и программными средствами, исключающими несанкционированный доступ (рисунок 140).

Основное преимущество ИСБ «Рубеж» по сравнению с другими системами заключается в том, что в ней реализована возможность централизованного управ-

Управление техническими системами

ления и взаимодействия всех составляющих подсистем. Это существенно повышает надежность и эффективность защиты объектов, так как при реакции ИСБ на различные ситуации и запросы используются данные от всех составляющих ее подсистем. Использование встроенного современного языка программирования «Рубеж Скрипт» обеспечивает функционирование ИСБ без персонального компьютера, а наличие источников бесперебойного питания — в условиях отключения основного электропитания в течение десятков часов.

ИСБ «Рубеж» позволяет использовать все типы современных средств обнаружения и пожарных извещателей, включая адресно-аналоговые, осуществляющие постоянный контроль своей работоспособности, запыленности дымовых камер и обеспечивающие раннее обнаружение пожара по сравнению с другими.

Подсистема контроля и управления доступом обеспечивает санкционированный доступ в здание РКЦ и помещения, протоколирование событий, изготовление и учет электронных карт пропусков (АРМ Бюро пропусков).

Особого внимания заслуживает реализованная в ИСБ «Рубеж» возможность доступа и разграничения полномочий пользователей к имеющимся ресурсам (информационным, финансовым, системным и т.п.), группам объектов (помещениям) в заданные промежутки времени, в том числе по предъявлении нескольких идентификаторов личности. Возможна также установка индивидуального режима работы (контроля) для каждого сотрудника в заданный период рабочего времени.

Для повышения надежности системы контроля доступа может использоваться аппаратура анализа речевых признаков голоса. Алгоритм идентификации личности с помощью данной системы осуществляется следующим образом. При входе посетитель произносит набор ключевых фраз или свои паспортные данные, графические образы слов записываются в компьютер. При выходе с объекта посетитель по просьбе контролера произносит фрагменты фраз, записанных при входе.

Результат сравнения речевых образов при входе и выходе позволяет идентифицировать личность посетителя с достаточно высокой достоверностью и исключить несанкционированный выход двойников (выход «по подмене»).

Управление техническими системами

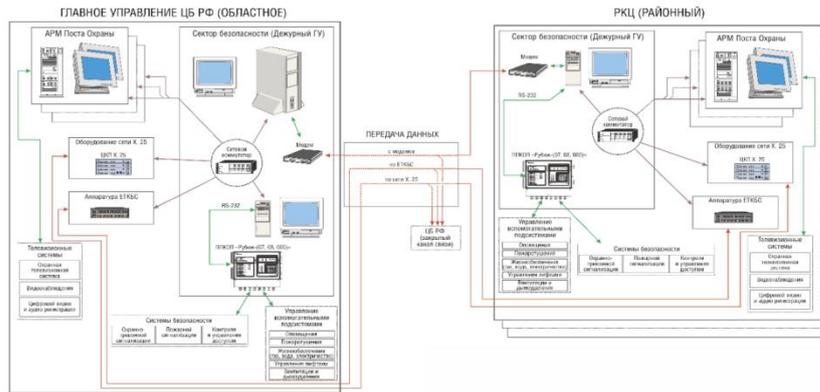


Рисунок 107 Структурная схема системы сбора и обработки информации объектов кредитно-банковской сферы регионов

Телевизионная система охраны и наблюдения (ТСОН) позволяет установить наблюдение за обстановкой снаружи и внутри здания РКЦ и регистрацию событий непрерывно в течение 24 часов в сутки с возможностью одновременной записи четырех видео_ и восьми аудиоканалов. Интеграция ТСОН с подсистемами ИСБ «Рубеж» осуществляется на аппаратно-программном уровне с использованием видеоплат РМВидео-4, РМВидео-16, разработанных и производимых НПФ «Сигма-ИС».

Значительно повышают удобство и эффективность работы ТСОН база данных аудиоинформации, синхронизированной с видеоизображением, подсистема очистки звука от шумовых помех и подсистема отбора фрагментов звукозаписи по ключевым словам. Элементы анализа, программно реализованные в детекторах движения ТСОН, позволяют использовать ее в качестве второго рубежа охраны.

ТСОН также может автоматически подтверждать либо опровергать сигналы от охранных и пожарных датчиков, а гибкая система настроек дает возможность сократить объемы обрабатываемой информации за счет игнорирования видеокамер, не регистрирующих движение. Встроенный детектор оставленных предметов наделяет систему антитеррористическими функциями.

ТСОН поддерживает удаленный доступ по существующим каналам связи, в том числе сотовым. При необходимости можно получить дистанционный доступ к системе и наблюдать ситуацию в офисе либо просматривать архивы с сервера.

Подсистема оповещения и оперативной связи обеспечивает: адресное доведение речевой информации в случае возникновения чрезвычайной ситуации до руководства, сотрудников и посетителей РКЦ, оперативную радиосвязь персонала охраны с начальником РКЦ, дежурными РОВД и ОВО.

Управление техническими системами

Подсистема оповещения и управления эвакуацией людей обеспечивает подготовку, хранение и последующую передачу речевых сообщений о направлении эвакуации, а также оперативную корректировку алгоритма оповещения.

Особого внимания заслуживает подсистема сбора и обработки информации, программное обеспечение которой разработано НПФ «Сигма-ИС». Она обеспечивает прием, регистрацию и обработку служебной информации и тревожных извещений, поступающих от всех подсистем, с отображением на экране монитора и автоматическую распечатку сведений о сигнале «тревога», нештатной ситуации или неисправности технических средств охраны.

При этом дается привязка к плану объекта, указывается дата, время и — в зависимости от вида тревожной информации — на экран выдается перечень действий оператора. Кроме того, подсистема позволяет осуществлять оперативный контроль за происходящими событиями и соответствующими действиями персонала, а также создавать архив, включающий регистрацию всех фактов использования технических средств охраны.

В ходе эксплуатации подтверждается, что применение специальных программных средств, обеспечивающих работу цифрового видеодетектора движения, виртуального видеомagniтофона, полиэкранного отображения видеоинформации, сжатия видеопотока, повышает оперативность действий службы безопасности и расширяет объем поступающей на посты охраны информации о состоянии охраняемых объектов.

Важность проделанной работы приобретает особое значение, если учесть, что в ближайшей перспективе всю территорию Российской Федерации должна охватить Единая телекоммуникационная банковская система (ЕТКБС), которая позволит осуществлять оперативный обмен информацией как между Центробанком и его региональными управлениями, так и между отдельными управлениями. Это должно повысить производительность всей банковской системы и ее отдельных элементов. Система обеспечения комплексной безопасности на основе ИСБ «Рубеж» позволяет интегрировать ее в ЕТКБС практически без дополнительных затрат. Для этого необходимо к сетевому коммутатору подключить аппаратуру ЕТКБС так же, как в настоящее время к нему подключено оборудование сети X.25.

Таким образом, опыт внедрения и эксплуатации ИСБ на основе отечественного аппаратно-программного комплекса «Рубеж-08» показывает, что в настоящее время данная система наиболее перспективна для применения на объектах кредитно-банковской сферы страны.

Лекция

по теме 2.1.6. Возможности подсистем ИСБ

ВОПРОСЫ

1. Автоматическая система пожаротушения на основе ИСБ "Рубеж".
2. Система информационно-телекоммуникационного обеспечения оперативных служб на базе радиомодема "Интеграл-400".
3. Система комплексной охраны особо важных объектов "СОВА-РУБЕЖ".

ЛИТЕРАТУРА

1. Крахмалев А.К. Интегрированная система безопасности "Рубеж": Учебное пособие. М.: 2007. – 244 с. (с. 206-225).

1. Автоматическая система пожаротушения на основе ИСБ "Рубеж"

На базе устройств, входящих в состав ИСБ «Рубеж» может быть создана автоматическая система пожаротушения (АСПТ) /19/. Для реализации этой задачи в составе системы «Рубеж» имеются специализированные блоки, описание которых приведено в данном разделе. АСПТ на базе ИСБ «Рубеж» может использоваться совместно с установками пожаротушения газового, порошкового и аэрозольного типа в соответствии с НПБ 88-2001. В качестве средств пожаротушения возможны варианты как централизованных, так и модульных установок пожаротушения с применением модулей пожаротушения типа МПГ-40 (газовые), МПП «Буран» (порошковые), генераторов огнетушащего аэрозоля «Допинг» и т.п.

В соответствии с действующими нормами пожарной безопасности автоматическая система пожаротушения должна реализовывать следующие функции:

- пожарная сигнализация;
- звуковое и световое оповещение о пожаре и о работе системы пожаротушения;
- управление автоматическими установками пожаротушения;
- управление системой дымоудаления и вентиляции и другим технологическим оборудованием.

Общая структурная схема АСПТ на базе оборудования ИСБ «Рубеж» приведена на рисунке 142.

Управление техническими системами

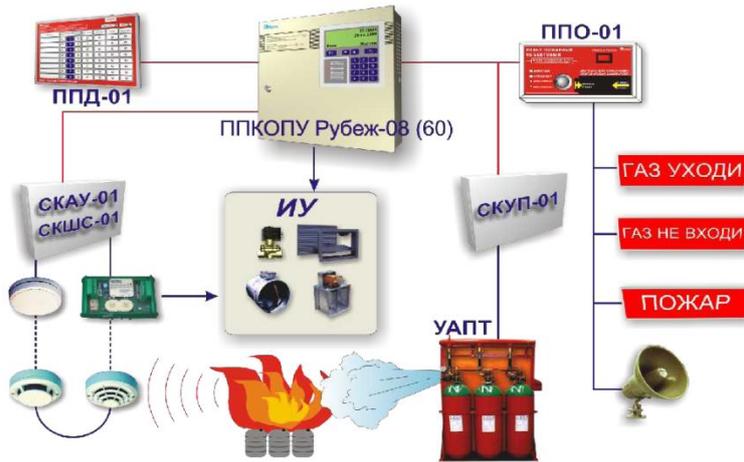


Рисунок 108 Структурная схема построения системы пожарной сигнализации, автоматического пожаротушения и управления противопожарной автоматикой на основе ИСБ «Рубеж-08»

Состав и основные возможности АСПТ

АСПТ может использоваться совместно с установками пожаротушения газового, порошкового и аэрозольного типа в соответствии с НПБ 88-2001. В качестве средств пожаротушения возможны варианты как централизованных, так и модульных установок пожаротушения с применением модулей пожаротушения типа МПГ-40 (газовые), МПП «Буран» (порошковые), генераторов огнетушащего аэрозоля «Допинг» и т.п.

Предлагаемая АСПТ на базе оборудования «Рубеж-08» в минимальном составе для одного направления пожаротушения приведена на рисунке 141. В состав АСПТ входят следующие устройства:

- блок центральный процессорный (БЦП) прибора;
- пульт пожарный объектовый ППО-01;
- сетевой контроллер управления пожаротушением СКУП-01;

В минимальном составе сетевые устройства размещаются следующим образом:

- БЦП прибора и ППД-01 в помещении пожарного поста;
- ППО-01 с внешней стороны защищаемого помещения, рядом с дверью (датчиком дверного контакта);
- СКУП-01 и ИБП-1224 рядом с УАПТ.

Устройства, входящие в состав АСПТ выполняют следующие функции. **БЦП** осуществляет:

- конфигурирование и управление СУ АСПТ;
- прием информации от ПИ по ШС (8 ШС);

Управление техническими системами

- контроль исправности ШС и ПИ;
- контроль исправности линии связи СУ;
- контроль исправности питания;
- формирование сигнала **«Внимание» («Пожар 1»)**;
- формирование и выдача на ПЦН сигнала **«Пожар» («Пожар 2»)**;
- формирование и выдача на ПЦН сигнала **«Неисправность»**;
- формирование и выдача команд на запуск модулей УАПТ;
- формирование сигналов управления системой дымоудаления и вентиляции и другого инженерного оборудования;
- визуализацию состояния АСПТ (сообщения на экране жидкокристаллического дисплея);
- световую сигнализацию, сигналы «Пожар», «Пуск прошел»;
- визуализацию перехода в режим питания от аккумуляторов и обратно от основного блока питания (сообщения на экране жидкокристаллического дисплея);
- звуковую сигнализацию состояния пожарной системы, сигналы «Внимание», «Пожар», «Пуск прошел», «Неисправность»;
- отключение и восстановление режима автоматического пуска;
- сброс (перезапуск) текущего состояния АСПТ;
- ведение журнала событий;
- выдачу информации о состоянии АСПТ на ПЭВМ с возможностью вывода на принтер.

ППО-01 осуществляет:

- ❖ управление режимом пуска УАПТ - «автоматика отключена/автоматика включена»(ручной/автомат);
- ❖ защиту от несанкционированного переключения режимов пуска УАПТ (электронный ключ типа «Touch Memory»);
- ❖ выдачу сигнала «Ручной пуск» и «Отмена пуска»;
- ❖ индикацию текущего режима пуска УАПТ;
- ❖ индикацию состояния пожарной системы **«Неисправность»**;
- ❖ выдачу сигнала на световое табло **«Газ/порошок-УХОДИ!»**;
- ❖ выдачу сигнала на световое табло **«Газ/порошок-НЕ ВХОДИ!»**;
- ❖ выдачу сигналов светозвукового оповещения «Внимание» («Пожар 1»), «Пожар» («Пожар 2»), «Пуск прошел»;

Управление техническими системами

- ❖ прием, выдачу(на БЦП) и индикацию состояния двери (датчик «Дверной контакт»);
- ❖ контроль цепей управления индикацией и дверного контакта(состояние цепей - норма, КЗ, обрыв);
- ❖ защиту от случайного пуска УАПТ (защитная накладка на корпусе с возможностью установки пломбы).

СКУП-01 осуществляет:

- ✚ контроль цепей управления пуском УАПТ (норма, обрыв, КЗ);
- ✚ контроль напряжения питания;
- ✚ контроль достаточности ОТВ (масса, давление);
- ✚ формирование и выдачу импульса пуска УАПТ;
- ✚ формирование и выдачу сигнала **«Пуск прошел»** (от СДУ).

ИБП-1224 осуществляет питание всех устройств, входящих в состав АСПТ, содержит резервные батареи питания и обеспечивает необходимый для пуска МПТ импульс тока. Возможна установка платы СКУП-01 в корпус ИБП- 1224.

Состав установки автоматического пожаротушения (УАПТ), модули пожаротушения (МПТ), весовое устройство и датчик подачи ОТВ (СДУ) определяются на стадии проектирования конкретного объекта и зависят от выбранного типа пожаротушения - **газового, порошкового, аэрозольного**.

В дополнении к минимальному составу прибора возможно применение следующих устройств, расширяющих возможности применения в части:

- ❖ увеличения протяженности линии связи с СУ - блок ретрансляции линии БРЛ-03;
- ❖ увеличения числа ШС и применение различных ПИ безадресного типа:
- ❖ сетевой контроллер шлейфов сигнализации СКШС-01;
- ❖ сетевой контроллер линейных блоков СКЛБ-01 (ПИ, подключаемые к линейным блокам ЛБ-06, ЛБ-07);
- ❖ **применения адресно-аналоговых ПИ** - сетевой контроллер адресных устройств СКАУ-01;
- ❖ увеличения релейных выходов управления инженерным оборудованием - сетевой контроллер исполнительных устройств СКИУ-01;
- ❖ контроля срабатывания исполнительных устройств инженерного оборудования - сетевой контроллер шлейфов сигнализации СКШС-03;
- ❖ индикации состояния исполнительных устройств инженерного оборудования - блок индикации состояний БИС-01;

- ❖ защиты линии связи и питания - блок защиты линии БЗЛ-01, БЗЛ- 02, БЗЛ-03.

Пример подключения указанных устройств показан на рисунке 139.

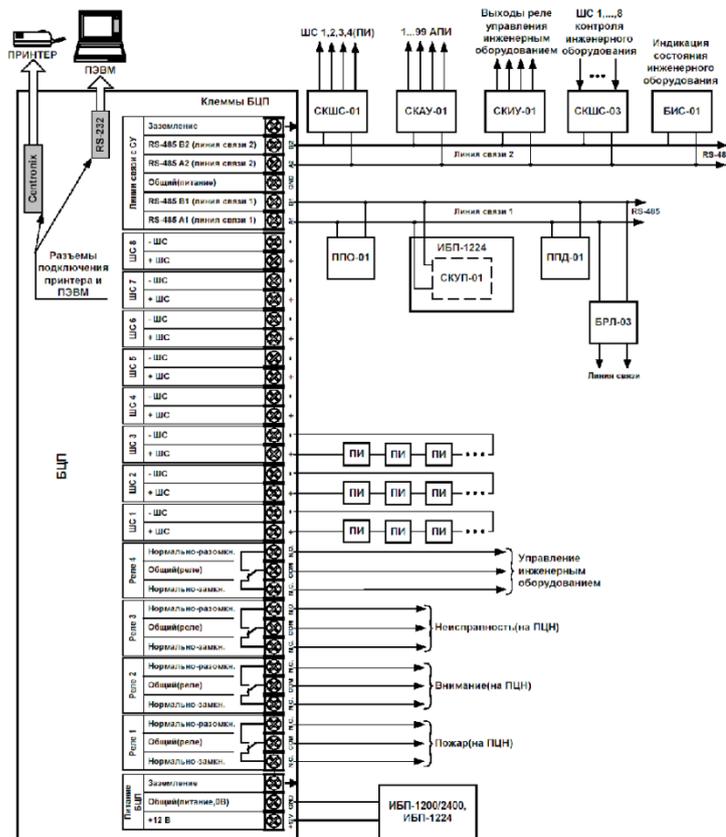


Рисунок 110 Подключение дополнительных устройств для расширения возможностей АСПТ

Описание работы АСПТ

В дальнейшем рассматриваются варианты применения пожарных извещателей безадресного типа, подключаемые к ШС БЦП, СКШС-01 или ЛБ-07 (через СКЛБ-01). Возможно использование адресно-аналоговых ПИ посредством подключения их к БЦП через SKAU-01.

В зависимости от принятой на стадии проектирования стратегии пожаротушения в АСПТ возможны **три** варианта формирования сигналов “Внимание” и “Пожар” - с использованием одного, двух и трех ШС.

Первый вариант. При срабатывании одного из 3-х ПИ, подключенных к одному ШС, БЦП формирует сигнал “Внимание”. Срабатывание второго ПИ в этом же шлейфе (при условии наличия сигнала первого ПИ) приводит к формированию сигнала “Пожар”.

Управление техническими системами

Второй вариант. При использовании двух ШС - к каждому шлейфу подключаются не менее двух ПИ. В этом случае сигнал «Внимание» формируется при срабатывании одного ПИ в любом из ШС. При срабатывании ПИ во втором ШС - выдается сигнал «Пожар».

Третий вариант. При использовании трех ШС - к каждому шлейфу подключаются не менее одного ПИ. В этом случае сигнал «Внимание» формируется при срабатывании одного ПИ в любом из ШС. При срабатывании ПИ любого из двух оставшихся ШС - выдается сигнал «Пожар».

С точки зрения исключения возможного ложного срабатывания ПИ наиболее предпочтительными вариантами формирования сигналов «Внимание» и «Пожар» являются варианты применения 2-х и 3-х ШС.

В связи с этим далее приведен пример работы АСПТ при использовании двух ШС и использовании устройств минимального состава.

АСПТ может работать в режиме автоматического и ручного пуска. Ручной пуск может осуществляться с помощью ППО-01, установленного рядом (снаружи) защищаемого помещения, а также дистанционно с ППД-01, расположенного в помещении пожарного поста.

В автоматическом режиме периодически необходимо проверять установленный режим пожаротушения - «Авт. пожаротушение включено», т.к. в памяти БЦП сохраняется последнее перед выключением состояние АСПТ (возможно «Авт. пожаротушение отключено»). Для восстановления автоматического режима пожаротушения нужно нажать кнопку ППД-01 соответствующего направления или приложить электронный ключ типа «ТоисъМетоду» к ППО-01. Установленный автоматический режим можно проконтролировать по соответствующим светодиодным индикаторам ППД-01 или ППО-01.

Работа АСПТ происходит следующим образом.

При срабатывании одного ПИ в любом из подключенных ШС, БЦП формирует сигнал **«Внимание» («Пожар 1»)** и выдает соответствующую команду ППО-01 и ППД-01. В случае необходимости возможен дистанционный запуск УАПТ с помощью устройств ППД-01 и ППО-01. Для выдачи сигнала «Внимание» на ПЦН (при необходимости) используются релейные выходы БЦП или СКИУ.

При получении сигнала ПИ второго ШС, БЦП, находясь в режиме автоматического пуска («Авт.включена»), формирует сигнал **«Пожар» («Пожар 2»)** и включает отсчет таймера задержки на эвакуацию. Для выдачи сигнала «Пожар» на ПЦН

Управление техническими системами

используется один из релейных выходов БЦП. В случае необходимости возможна отмена автоматического запуска УАПТ с помощью устройств ППД- 01 и ППО-01.

При наличии в защищаемом помещении системы дымоудаления и вентиляции, а также другого инженерного оборудования есть возможность формирования и выдачи сигналов управления на соответствующие незадействованные выходные реле БЦП, ППД-01. В случае необходимости расширения подключаемого инженерного оборудования - применяется сетевой контроллер исполнительных устройств СКИУ-01.

В случае открытой двери защищаемого помещения (по истечении задержки на эвакуацию) АСПТ переводится в режим дистанционного пуска и дальнейший запуск МПТ возможен только с помощью органов управления ППД-01 и ППО-01 при закрытой двери.

По истечении регулируемой временной задержки на эвакуацию и при закрытой двери защищаемого помещения БЦП выдает команду СКУП-01 (**Сигнал «Пуск МПТ»**) на подрыв пиропатронов МПТ. СКУП-01 формирует и выдает импульс подрыва последовательно по четырем выходам (количество задействованных выходов для выдачи импульса подрыва МПТ указывается при конфигурировании СУ, возможно регулирование временной задержки между выдачей пусковых импульсов по выходам). В этом состоянии производится проверка пуска МПТ (сигналы датчика СДУ) в пределах временного интервала, установленного в БЦП. По получению сигнала от СДУ, СКУП-01 формирует сообщение **«Пуск прошел»** и передает его в БЦП.

При дистанционном режиме управления возможны следующие варианты дистанционного управления пуском МПТ:

- управление с ППД-01;
- управление с ППО-01;
- управление с консоли БЦП или ПЭВМ.

Полный перечень возможностей управления состоянием АСПТ с помощью указанных устройств приведен в соответствующих руководствах по эксплуатации. Ниже приводятся основные возможности и условия, при которых возможны дистанционный (ручной) пуск и отмена пуска.

В случае дистанционного запуска МПТ с помощью указанных устройств - АСПТ переводится в состояние **«Задержка на эвакуацию»** и после истечения установленной временной задержки при соблюдении условий пуска - выдается сигнал пуска МПТ.

Управление техническими системами

При управлении пуском с ППД-01, устройство ППД-01, размещаемое в помещении дежурного персонала, позволяет произвести отмену пуска МПТ переключением с помощью кнопки соответствующего направления пожаротушения из состояния «Авт. включено» в состояние «Авт. отключено». Отмена пуска возможна при состоянии АСПТ «Пожар» (включен отсчет таймера задержки на эвакуацию). Индикация данного состояния отображается светодиодом «Авт. отключено». Дистанционный пуск МПТ возможен только при состоянии АСПТ «Пожар» и режиме дистанционный пуск («Авт. отключено»). Для дистанционного пуска - необходимо одновременно нажать кнопки «Номер направления» и «Принять». Однократное нажатие кнопки «Принять» служит для подтверждения тревожного сообщения от БЦП и отмены звукового сигнала ППД-01.

Дистанционный пуск МПТ с ППО-01 осуществляется из любого режима АСПТ (при закрытой двери защищаемого помещения) и защищен пломбой и накладкой (крышкой). Для пуска необходимо сорвать пломбу, откинуть крышку и нажать кнопку «ПУСК». При управлении пуском с ППО-01, отмена пуска возможна с помощью кнопки «ОТМЕНА ПУСКА», после чего запуск МПТ возможен только в дистанционном режиме с ППО-01 или ППД-01.

При управлении пуском дистанционно с консоли БЦП и ПЭВМ возможны следующие варианты:

- 1) пуск МПТ, если АСПТ находится в состоянии «Пожар» («Пожар 2»);
- 2) отмена пуска, если АСПТ находится в состоянии «Задержка на эвакуацию».

Полный перечень возможностей управления АСПТ с консоли БЦП и ПЭВМ приведен соответственно в руководстве оператора САКИ.425513.101Д2 (ППКОПУ 01059-1000-3 «Рубеж-08») и в руководстве на программное обеспечение «Рубеж Монитор. Руководство оператора».

Сигнал **«Неисправность»** формируется в случае неисправности СУ, контролируемых цепей (ШС, пуска, оповещения, достаточности ОТВ, питания). В случае обнаружения неисправности - БЦП выдает световой и звуковой сигнал соответствующей тональности и АСПТ переводится в режим ручного пуска (автоматический пуск отключен). Одновременно есть возможность выдачи сигнала «Неисправность» на ПЦН посредством релейных выходов БЦП или СКИУ-01.

При переходе на резервные элементы блока питания АСПТ выдается сигнал **«Резервное питание»**, при этом АСПТ находится в режиме автоматического пуска

Управление техническими системами

«Автомат включен». БЦП обеспечивает формирование соответствующего сообщения на экране жидкокристаллического дисплея. Состояние «Неисправность» также отображается с помощью светодиодной индикации ППД-01 и ППО-01.

В таблице 21 приведены информационные извещения БЦП при работе в составе АСПТ.

Таблица 30 Информационные извещения БЦП при работе АСПТ

Название	Пояснения и индикация
Внимание (Пожар 1)	При срабатывании 1-го ПИ в одном из ШС. (Звуковой сигнал БЦП)
Пожар (Пожар 2)	При срабатывании 2-х ПИ в разных ШС. (Звуковой сигнал БЦП)
Неисправность	При возникновении неисправности. (Звуковой сигнал БЦП)
Авт. вкл.	Режим автоматического пуска АСПТ включен.
Авт. выкл.	Режим автоматического пуска АСПТ выключен.
Откр. дв.	Открытие двери защищаемого помещения.
Закр. дв.	Закрывание двери защищаемого помещения.
Авт. старт	Сформирован сигнал пуска МПТ в автоматическом режиме.
Дист. старт	Получен сигнал дистанционного пуска МПТ (от дистанционный устройств пуска).
Руч. старт	Получен сигнал ручного пуска МПТ (от ППО-01).
Отм. пуска	Получен сигнал отмены пуска.
Эвак.	Отсчитывается (включен таймер) временная задержка пуска на эвакуацию.
Пуск	Выдан сигнал пуска на устройство пуска СКУП-01.
Пуск прошел	Сформирован и выдан сигнал пуска в СКУП-01 и в пределах временного интервала произошло срабатывание СДУ.
Ош. авт.	Ошибка авторизации доступа к ППО-01.
Таймаут	Превышен временной интервал срабатывания СДУ (БЦП выдал сигнал пуска, СДУ не сработало).
Сраб. вых.	Сработал выход СКУП-01 при пуске (обрыв цепи пиропатрона модуля).
Ош. сраб.	Ошибка срабатывания выхода СКУП-01 (поступил сигнал пуска, но не произошло обрыва цепи пиропатрона модуля).
Сраб. СДУ	Произошло срабатывание СДУ (успешный пуск). (Звуковой сигнал БЦП)
Сраб.дат. ОТВ	Произошло срабатывание датчика массы (давления) ОТВ. Проверка достаточности огнетушащего вещества.

3. Система информационно-телекоммуникационного обеспечения оперативных служб на базе радиомодема «Интеграл-400»

Система информационно-телекоммуникационного обеспечения (ИТО) предназначена для обеспечения текущих и перспективных потребностей административного, технологического и оперативного управления, связи и функционирование оперативных служб и связанной с ними хозяйственной и коммерческой деятельности. Система ИТО должна базироваться на современных принципах и технологиях, должна удовлетворять современным и перспективным требованиям управления, обеспечивать эффективное взаимодействие, представлять пользователям современные услуги связи, включая передачу речевой информации, коротких сообщений и данных, фотоизображений и т.п.

Управление техническими системами

Узкополосный радиомодем «Интеграл 400» спроектирован специально для использования в системах передачи тревожных извещений, осуществления мониторинга удаленных объектов, сбора и обработки информации телеметрических и управляющих устройств, а также для удаленного управления стационарными объектами. Совместно с широкими возможностями ИСБ «Рубеж» и с широкой номенклатурой аппаратуры, входящей в состав системы, модем «Интеграл 400» позволяет на базе ИСБ «Рубеж» создавать системы мониторинга с единым центром контроля и управления, предназначенные для контроля за безопасностью территориально распределенных объектов, причем как стационарных, так и подвижных.

Радиомодем предназначен для организации радиосетей передачи данных. Основные области применения: системы безопасности для территориально-распределенных объектов, системы диспетчеризации и управления технологическими процессами.



Рисунок 111 Внешний вид радиомодема «Интеграл-400»

Модем поддерживает следующие режимы работы:

1. Двухточечную конфигурацию типа «Главный - подчиненный» или «Равноправные узлы» в симплексном или полудуплексном режимах.
2. Точечно-многоточечную конфигурацию типа «Главный-подчиненный» в симплексном или полудуплексном режимах, а также в дуплексном режиме для двухмодульной конфигурации.
3. Многоточечную конфигурацию с одной или несколькими центральными станциями, с временной синхронизацией.
4. Многоточечную конфигурацию с одной центральной станцией в режиме последовательного опроса подчиненных станций.

Встроенный специализированный приемопередатчик имеет малое время доступа к радиоканалу 7 мс, что позволяет строить системы, для которых важным критерием является минимальное время доставки информации. Модем обеспечивает асинхронный обмен данными на скоростях 19200 бит/с или 9600 бит/с в каналах с шагом сетки радиочастот 12,5 КГц.

Управление техническими системами

Приемный тракт радиомодема имеет повышенную перегрузочную способность, что позволяет обеспечить устойчивую передачу данных на близких расстояниях. Модем имеет встроенные функции для построения сети: различные варианты построения радиогрупп, ретрансляция сигнала.

Таблица 31 Тактико-технические характеристики радиомодема «Интеграл-400»

Диапазон рабочих частот, МГц	410-480
Число поддиапазонов рабочих частот	13
Ширина поддиапазона, МГц	10
Шаг сетки частот, кГц	12,5; 25
Техническая скорость передачи информации в радиоканале, бит/с	9600, 19200
Передатчик	
Выходная мощность радиочастоты, Вт (регулируется программно)	0,01-5
Стабильность частоты, PPM	2,5
Время нарастания, мс, не более	11
Тип модуляции выходного сигнала	GMSK
Приемник	
Чувствительность, мкВ, (12 дБ SINAD)	0,3
Максимальный уровень полезного входного сигнала, мВ	10
Избирательность (25 кГц), dB, минимум	70
Разъем для подключения антенны	TNC
Интерфейс с хостом	RS-232C
Напряжение питания, В	11-35
Потребляемая мощность, Вт, не более	
режим передачи (P _{вых} = 5Вт)	30
режим приема	2,5
Рабочая температура, С	
исполнение S	-20...+60
исполнение M	-40...+70
Габаритные размеры, мм, не более	150x100x60
Масса, кг, не более	0,5

Технические средства системы ИТО на базе оборудования ИСБ «Рубеж» и радиомодема «Интеграл 400» обеспечивают в зоне действия системы решение следующих основных функциональных задач:

- организацию подвижной радиосвязи с выходом в городские, междугородные и ведомственные телефонные сети;
- организацию дистанционного съема информации с датчиков объектов охраны;
- организацию широко доступных каналов оповещения и передачи циркулярных и персональных сообщений;
- организация системы определения местоположения подвижных объектов;
- организацию видеонаблюдения;
- организацию избирательного и дистанционного прослушивания состояния готовности мобильных групп;
- организацию передачи данных со скоростью 19200 бит/с.

В соответствии с функциональными возможностями и качеством предоставляемых услуг связи и передачи информации, а также с учетом конъюнктурного интереса потенциальными пользователями системы ИТО, могут быть следующие группы пользователей, представленные в приоритетном порядке:

Управление техническими системами

- ❖ представители территориальных органов власти и управления, дислоцированных округов МО РФ, местных и территориальных органов внутренних дел МВД РФ, ФСБ РФ, МЧС РФ, Таможенного комитета РФ, других заинтересованных государственных организаций
- ❖ организации и предприятия с частным и смешанным капиталом, страховые компании, частные охранные предприятия, банковские и другие финансовые организации, производящие инкассации и перевозки в зоне действия системы ИТО, другие заинтересованные негосударственные коммерческие организации;
- ❖ частные лица и другие корпоративные группы с хозяйственной и коммерческой деятельностью в зоне действия системы ИТО.

По принципу построения система ИТО представляет собой интегрированную как по алгоритмам функционирования, так и по предоставляемым услугам связи и передачи, данных сеть радиосвязи, структура которой определяется структурой сети и схемой организации связи и зоной ее действия. На базе каналов сети связи организуется транспортная сеть, обеспечивающая на уровне протокольных стыков сопряжение остальных элементов, систем и абонентов системы ИТО, а также организацию специальных технологических сетей (сеть передачи данных, компьютерная сеть, сеть телеметрии и диагностики, выделенные абонентские сети и т. д.) и систем. Пример построения системы ИТО приведен на рисунке 144.

Управление техническими системами

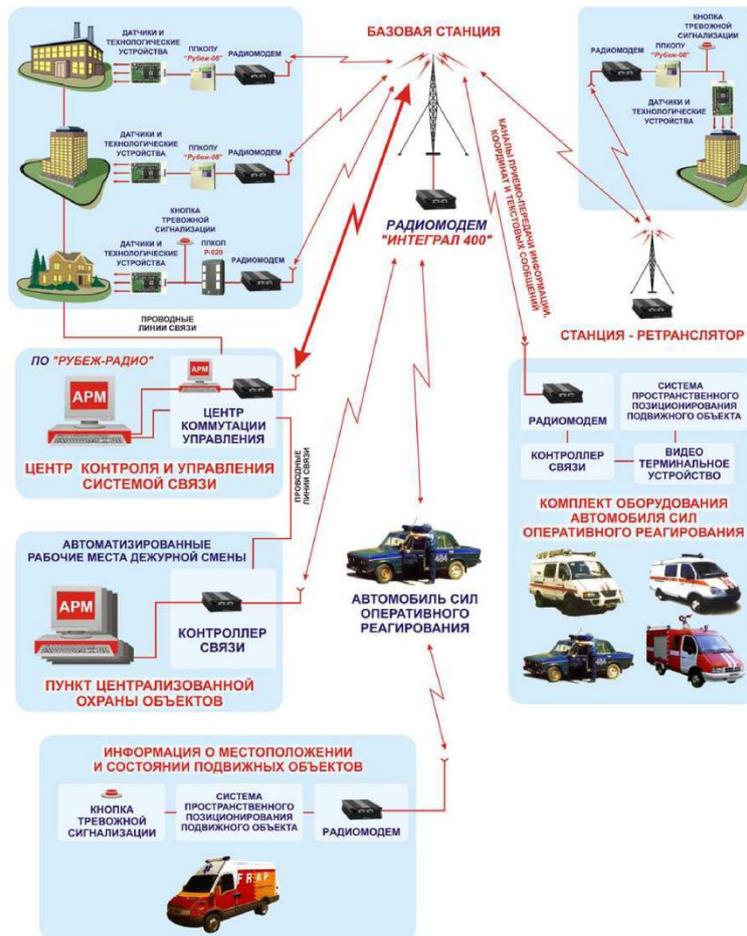


Рисунок 112 Структурная схема системы информационно-телекоммуникационного обеспечения оперативных служб на базе радиомодема «Интеграл-400»

3. Система комплексной охраны особо важных объектов «СОВА-РУБЕЖ»

Система комплексной охраны особо важных объектов «СОВА-РУБЕЖ» предназначена для построения комплексных систем управления процессами обеспечения безопасности и поддержания заданного уровня функционирования промышленных, энергетических, транспортных объектов, административных зданий и сооружений, имеющих протяженный периметр. Организация охраны периметра объектов требует решения ряда специфических задач - работа технических средств в жестких климатических условиях на открытом воздухе, сбор информации от средств обнаружения, распределенных по большой длине периметра (сотни и тысячи метров), обеспечения электропитания распределенных по длине периметра электронных устройств, обеспечение помехоустойчивости, в том числе и грозозащиту линий связи и др.

Специалистами НПФ «Сигма-ИС» за последние годы проведены опытно-конструкторские работы по созданию системы охраны периметра, в том числе и по

Управление техническими системами

заказу государственных организаций. В результате был создан комплекс технических средств под наименованием «СОВА-РУБЕЖ» /20/, в основу которого положены принципы, технические решения и программно-технические компоненты ИСБ «Рубеж», доработанные до необходимых требований по функциональности и техническим характеристикам для систем охраны периметра.

Комплекс предназначен для обеспечения безопасности особо важных объектов и прошел опытную эксплуатацию на ряде специальных объектов.

В состав комплекса входят следующие подсистемы:

- подсистема охраны периметра;
- подсистема видео-наблюдения;
- подсистема оперативной телефонной связи с постами;
- подсистема записи служебных переговоров;
- подсистема громкоговорящей связи с периметром и помещениями;
- подсистема охранной сигнализации;
- подсистема пожарной сигнализации.

Комплекс построен по принципу адресной распределённой микропроцессорной системы с аппаратно-программным способом интеграции. Имеет модульную архитектуру, обеспечивает радиальную и древовидную технологии линий связи. Система обеспечивает функционирование в локальной вычислительной сети (ЛВС) не менее чем четырёх автоматизированных рабочих мест (АРМ):

- АРМ оперативного дежурного;
- АРМ начальника караула;
- Видео-сервер наблюдения 1;
- Видео-сервер наблюдения 2.

Управление техническими системами

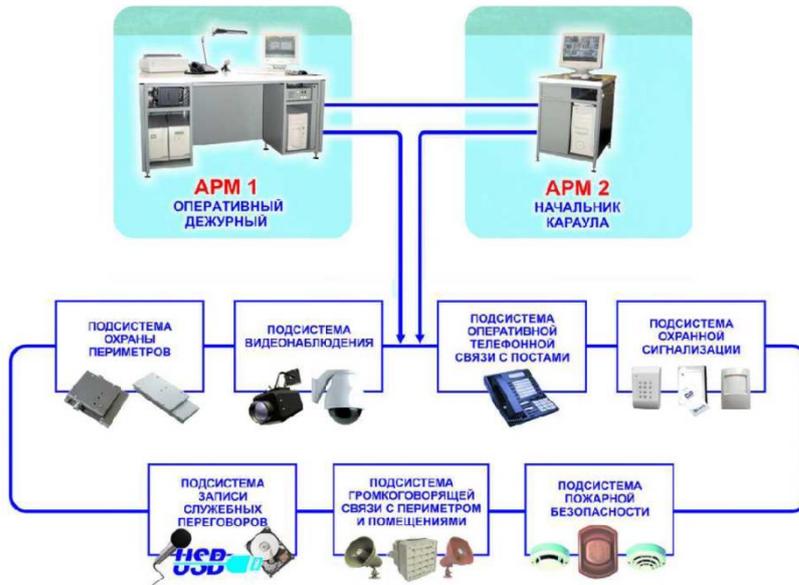


Рисунок 113 Структура комплекса «Сова-Рубеж»

Взаимное расположение каждой из четырёх ПЭВМ определяется набором стандартных технических средств «физической» реализации ЛВС. Применяемое программное обеспечение, операционная система и драйверы устройств лицензированы. Система обеспечивает взятие под охрану, снятие с охраны и отбой тревоги участков, датчиков и постов охраняемого периметра и охраняемых помещений. Количество участков периметра до 15, длина периметра не более 10800 метров.

При тревоге система обеспечивает:

- выдачу двухтонального сигнала сирены через громкоговорители на периметр и в помещения в течение времени, задаваемого параметром;
- индикацию номера соответствующего участка на информационных табло;
- индикацию панели тревоги на мониторе ЭВМ с указанием номера участка и датчика;
- индикацию датчика на графической схеме;
- запись в протокол сообщения о дате, времени, месте и причине тревоги.

Система обеспечивает двустороннюю телефонную связь на периметре протяжённостью до 2400м (длина линии связи с абонентами до 1200м) со следующими характеристиками:

- связь оператора с абонентами, находящимися в служебных помещениях и на постах охраняемого периметра (число абонентов - до 24);
- связь любых двух абонентов друг с другом и организация конференции с помощью оператора;
- связь оператора с абонентами на тропе наряда;

Управление техническими системами

- запись в протокол сообщений о дате, времени начала и конца разговоров, а также об абонентах, участвующих в разговорах (кроме режима конференции);
- запись содержания разговоров в память системы.

Подсистема громкоговорящей связи обеспечивает громкоговорящую связь по трём направлениям со следующими характеристиками:

- ❖ периметр на расстояние до 2500м;
- ❖ помещение на расстояние до 1500м;
- ❖ периметр и помещение одновременно;
- ❖ запись в протокол сообщений о дате, времени начала и конца связи.

Система обеспечивает видео-наблюдение за объектами охраны, в том числе:

- использование видеокамер для организации рубежа охраны;
- индикацию на экране монитора изображений не менее, чем от 16 видеокамер;
- запись, хранение и просмотр видеоизображений;
- запись предтревожной видеоинформации.

Система обеспечивает контроль дополнительных объектов, которые не относятся к периметру, при срабатывании которых тревога другой тональности подаётся в канал «Помещение» (например, калитки, двери, окна, люки, шкафы, сейфы и др.). Комплекс «СОВА-РУБЕЖ» разработан на основе передовых достижений науки и технологии с применением накопленного практического опыта по созданию современного оборудования для систем безопасности. Продуманные конструкторские решения, собственное высокотехнологическое производство, современные методы контроля и обеспечения качества продукции позволяют гарантировать высокую надёжность изделия «СОВА-РУБЕЖ».

Система комплексной охраны особо важных объектов «СОВА-РУБЕЖ»

Система комплексной охраны особо важных объектов «СОВА-РУБЕЖ» предназначена для построения комплексных систем управления процессами обеспечения безопасности и поддержания заданного уровня функционирования промышленных, энергетических, транспортных объектов, административных зданий и сооружений, имеющих протяженный периметр. Организация охраны периметра объектов требует решения ряда специфических задач - работа технических средств в жестких климатических условиях на открытом воздухе, сбор информации от

Управление техническими системами

средств обнаружения, распределенных по большой длине периметра (сотни и тысячи метров), обеспечения электропитания распределенных по длине периметра электронных устройств, обеспечение помехоустойчивости, в том числе и грозозащиту линий связи и др.

Специалистами НПФ «Сигма-ИС» за последние годы проведены опытно-конструкторские работы по созданию системы охраны периметра, в том числе и по заказу государственных организаций. В результате был создан комплекс технических средств под наименованием «СОВА-РУБЕЖ» /20/, в основу которого положены принципы, технические решения и программно-технические компоненты ИСБ «Рубеж», доработанные до необходимых требований по функциональности и техническим характеристикам для систем охраны периметра.

Комплекс предназначен для обеспечения безопасности особо важных объектов и прошел опытную эксплуатацию на ряде специальных объектов.

В состав комплекса входят следующие подсистемы:

- подсистема охраны периметра;
- подсистема видео-наблюдения;
- подсистема оперативной телефонной связи с постами;
- подсистема записи служебных переговоров;
- подсистема громкоговорящей связи с периметром и помещениями;
- подсистема охранной сигнализации;
- подсистема пожарной сигнализации.

Комплекс построен по принципу адресной распределённой микропроцессорной системы с аппаратно-программным способом интеграции. Имеет модульную архитектуру, обеспечивает радиальную и древовидную технологии линий связи. Система обеспечивает функционирование в локальной вычислительной сети (ЛВС) не менее чем четырёх автоматизированных рабочих мест (АРМ):

1. АРМ оперативного дежурного;
2. АРМ начальника караула;
3. Видео-сервер наблюдения 1;
4. Видео-сервер наблюдения 2.

Управление техническими системами

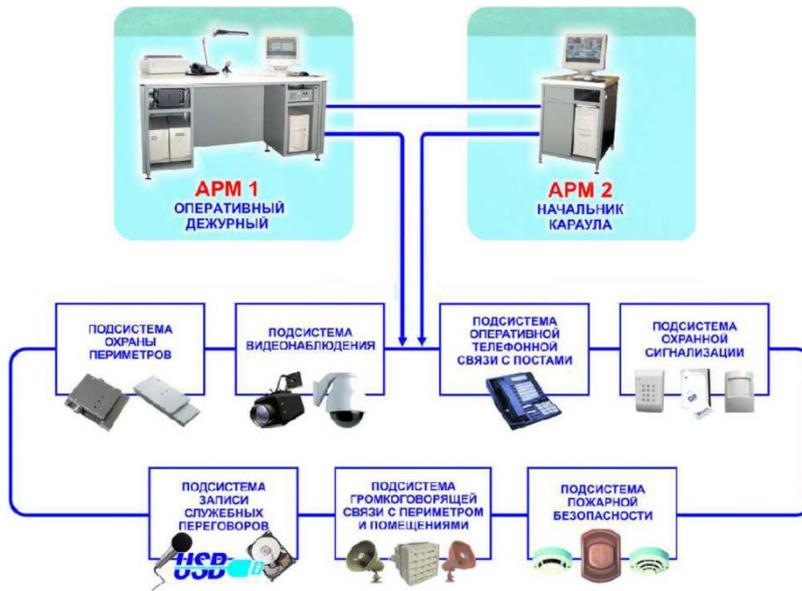


Рисунок 113 Структура комплекса «Сова-Рубеж»

Взаимное расположение каждой из четырёх ПЭВМ определяется набором стандартных технических средств «физической» реализации ЛВС. Применяемое программное обеспечение, операционная система и драйверы устройств лицензированы. Система обеспечивает взятие под охрану, снятие с охраны и отбой тревоги участков, датчиков и постов охраняемого периметра и охраняемых помещений. Количество участков периметра до 15, длина периметра не более 10800 метров.

При тревоге система обеспечивает:

- выдачу двухтонального сигнала сирены через громкоговорители на периметр и в помещения в течение времени, задаваемого параметром;
- индикацию номера соответствующего участка на информационных табло;
- индикацию панели тревоги на мониторе ЭВМ с указанием номера участка и датчика;
- индикацию датчика на графической схеме;
- запись в протокол сообщения о дате, времени, месте и причине тревоги.

Система обеспечивает двустороннюю телефонную связь на периметре протяжённостью до 2400м (длина линии связи с абонентами до 1200м) со следующими характеристиками:

- ❖ связь оператора с абонентами, находящимися в служебных помещениях и на постах охраняемого периметра (число абонентов - до 24);
- ❖ связь любых двух абонентов друг с другом и организация конференции с помощью оператора;
- ❖ связь оператора с абонентами на тропе наряда;

Управление техническими системами

- ❖ запись в протокол сообщений о дате, времени начала и конца разговоров, а также об абонентах, участвующих в разговорах (кроме режима конференции);
- ❖ запись содержания разговоров в память системы.

Подсистема громкоговорящей связи обеспечивает громкоговорящую связь по трём направлениям со следующими характеристиками:

- периметр на расстояние до 2500м;
- помещение на расстояние до 1500м;
- периметр и помещение одновременно;
- запись в протокол сообщений о дате, времени начала и конца связи.

Система обеспечивает видео-наблюдение за объектами охраны, в том числе:

- ✚ использование видеокамер для организации рубежа охраны;
- ✚ индикацию на экране монитора изображений не менее, чем от 16 видеокамер;
- ✚ запись, хранение и просмотр видеоизображений;
- ✚ запись предтревожной видеоинформации.

Система обеспечивает контроль дополнительных объектов, которые не относятся к периметру, при срабатывании которых тревога другой тональности подаётся в канал «Помещение» (например, калитки, двери, окна, люки, шкафы, сейфы и др.). Комплекс «СОВА-РУБЕЖ» разработан на основе передовых достижений науки и технологии с применением накопленного практического опыта по созданию современного оборудования для систем безопасности. Продуманные конструкторские решения, собственное высокотехнологическое производство, современные методы контроля и обеспечения качества продукции позволяют гарантировать высокую надёжность изделия «СОВА-РУБЕЖ».

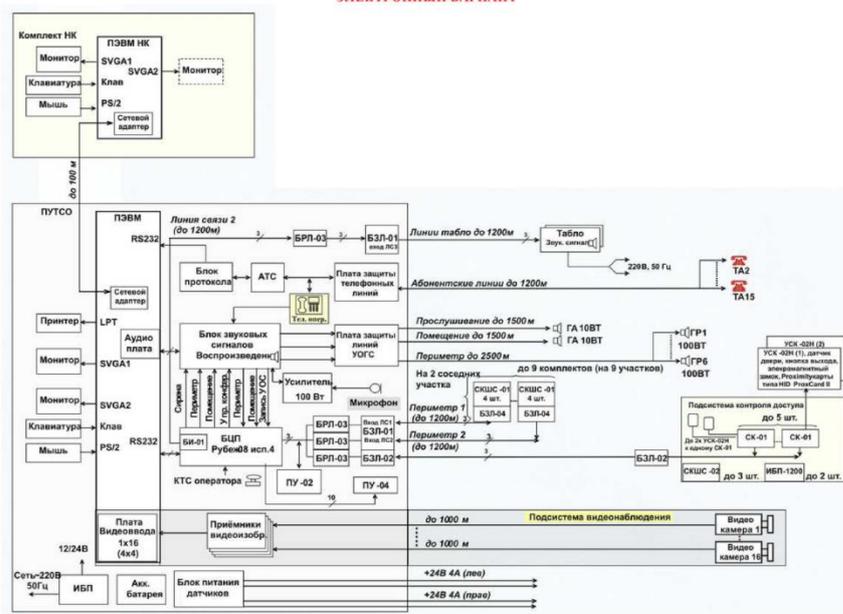


Рисунок 114 Структурная схема комплекса «Сова-Рубеж»

Лекция

по теме 2.2.1. Автоматизированные системы пожаротушения и дымоудаления

ВОПРОСЫ

1. Система мониторинга и управления спринклерного пожаротушения.
2. Система мониторинга и управления дымоудалением в многоквартирном доме.
3. Система мониторинга и управления газовым пожаротушением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированные системы пожаротушения и дымоудаления. 2017. с.1-10.

Автоматизированные системы пожаротушения и дымоудаления предназначены для защиты жизни и здоровья людей, а также сохранности промышленных, административных и жилищно-хозяйственных объектов от пожаров. Системы разработаны на основе отказоустойчивого оборудования ЗАО «АРТСОК» и ООО «Плазма-Т». В качестве информационной платформы применяется универсальная SCADA/HMI [DataRate™](http://www.data-rate.ru).

С ростом энергообеспеченности современных сооружений увеличиваются и риски возникновения пожаров и пожароопасных ситуаций. Пожарные, в силу объективных причин, зачастую не в состоянии вовремя приехать на место. А в условиях

Управление техническими системами

мегаполисов среднее время прибытия пожарных расчетов может увеличиться непредсказуемо из-за дорожных проблем.

На первый план выходит организация пожарной безопасности – создание комплекса мер, который позволит или потушить сразу возникший очаг возгорания, или с наименьшими потерями дождаться прибытия профессиональных пожарных. Определяющая роль отводится стационарным системам автоматического пожаротушения.

Учитывая актуальные проблемы пожаробезопасности, научно-производственной фирмой «ЭнергоКруг» совместно с ведущими производителями оборудования в данной области ЗАО «АРТСОК» и ООО «Плазма-Т» **разработаны Автоматизированные Системы Пожаротушения и Дымоудаления.**

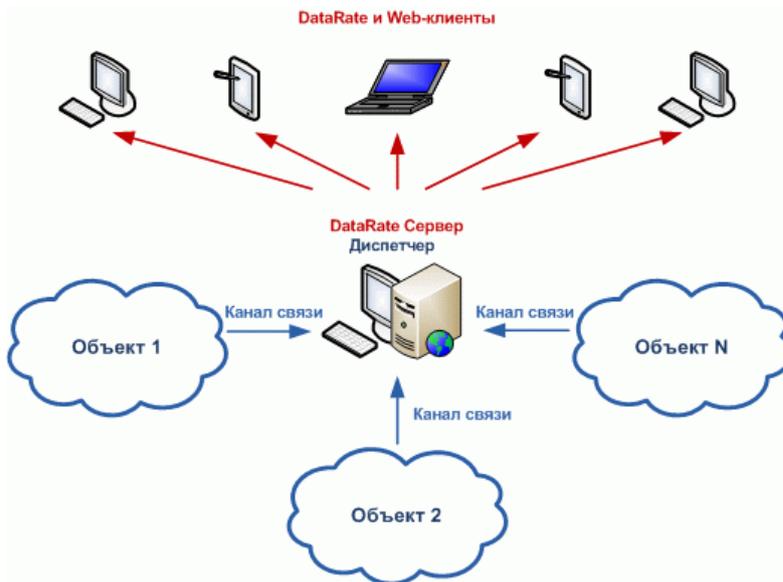
Отличительными особенностями данных систем являются:

1. **Функционирование системы в автоматическом режиме, автономно.** Исключает влияние человеческого фактора. Система предельно быстро и адекватно реагирует на возникновение пожара. Информация обо всех технических процессах в удобной форме выводится в режиме реального времени на экран компьютера в виде мнемосхем.
2. **Увеличение срока службы систем и оборудования.** Осуществляется мониторинг времени наработки оборудования и сигнализация в случае необходимости проведения профилактических и ремонтных работ.
3. **Повышение надежности системы.** Протокол событий может быть использован, чтобы установить причину аварийной ситуации (любого события) и предпринять действия по предотвращению возникновения аварии в будущем.
4. **Мониторинг и управление техпроцессов в любой момент времени в любой точке планеты.** Благодаря повсеместному распространению сети Интернет и мобильной связи, диспетчер может в режиме реального времени наблюдать полную картину происходящих на предприятии процессов и управлять сразу несколькими системами.
5. **Более качественное управление системами при сокращении штата обслуживающего персонала и снижении постоянных издержек на эксплуатацию.** Не нужно каждый раз высылать обслуживающий персонал на объект. Возникающие проблемы можно решить удаленно с помощью ПК. Если же авария имеет место, файл-отчет «подскажет», что именно вышло из строя. Снижение издержек достигается за счет уменьшения затрат на использование

Управление техническими системами

высококвалифицированного персонала, а также уменьшения энергопотребления и повышения надежности работы оборудования.

Общая структура систем



Простота внедрения систем обусловлена модульностью архитектуры.

Тесная интеграция систем пожаробезопасности на базе комплектов оборудования и SCADA/HMI [DataRate](#) позволяет создавать автоматизированные рабочие места с удобным и наглядным интерфейсом для каждого конкретного объекта, одновременно осуществлять мониторинг и управление несколькими объектами в виде:

- [Система мониторинга и управления спринклерным пожаротушением](#)
- [Система мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме](#)
- [Система мониторинга и управления газовым пожаротушением](#)

1. Система мониторинга и управления спринклерного пожаротушения

Решения созданы на базе комплекта устройств для автоматического управления пожарными и технологическими системами «Спрут-2» и универсальной SCADA/HMI [DataRate](#).

Комплект «Спрут-2» предназначен для автоматического управления:

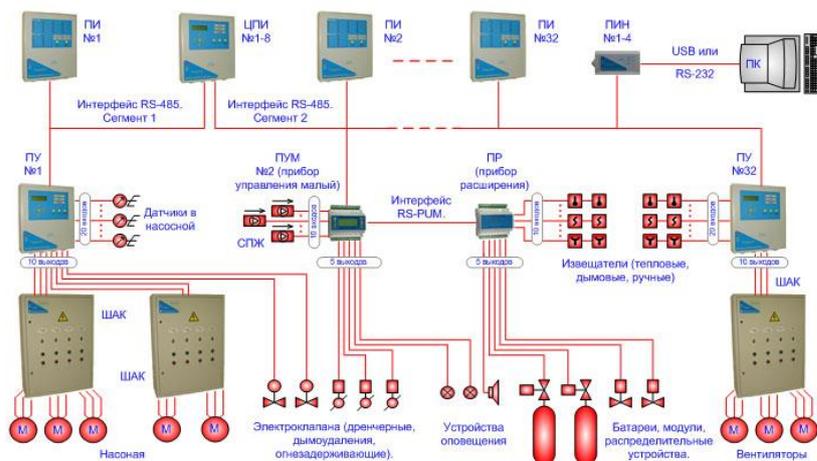
- оборудованием пожаротушения (водяного, пенного, газового, порошкового, аэрозольного);

Управление техническими системами

- дымоудалением и вентиляцией;
- оповещением;
- технологическим оборудованием (в том числе насосами холодного водоснабжения, горячего водоснабжения, циркуляции отопления, подпитки отопления, дренажа);

Комплект «Спрут-2» также предназначен для работы в качестве пожарной сигнализации с безадресными извещателями.

Состав комплекта «Спрут-2»:

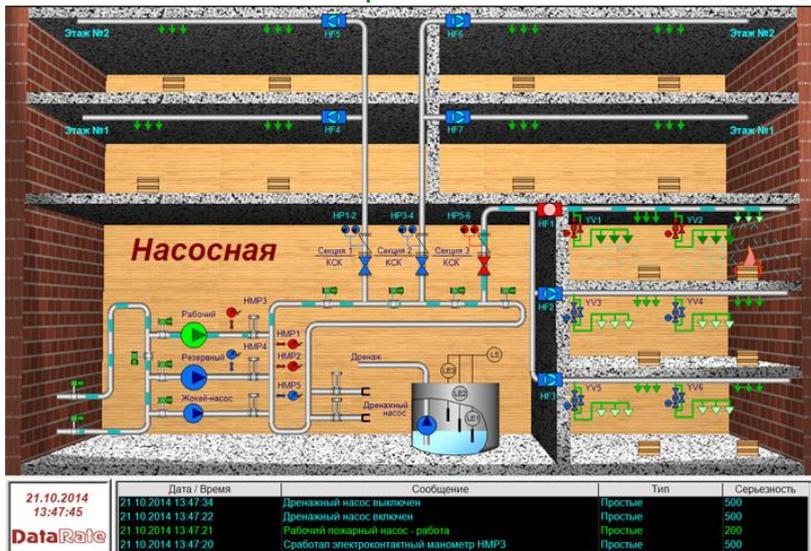


Система мониторинга и управления спринклерным пожаротушением предназначена для обеспечения пожарной безопасности в зданиях общественного назначения, в жилом секторе и сельскохозяйственных объектах.

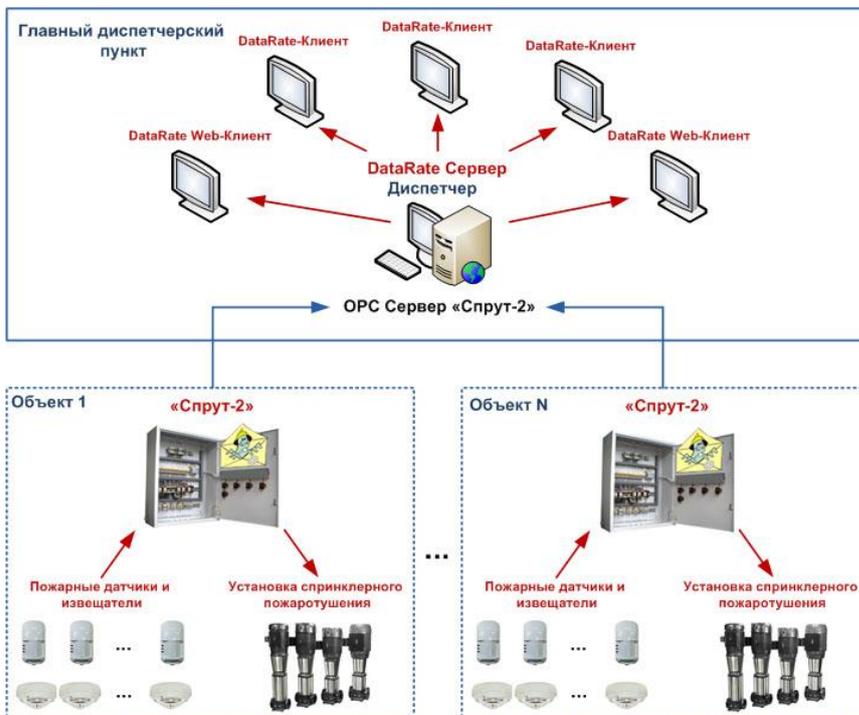
Данная система полностью автономна и не требует вмешательства человека. В случае возгорания, пожар детектируется системой, срабатывает сигнализация, и производится пуск установки пожаротушения для локализации и тушения пожара по направлению.

В качестве примера приведена система, которая обеспечивает мониторинг состояния и автоматическое управление двумя спринклерными насосами по схеме «основной-резервный», устройством компенсации утечки огнетушащего вещества (жокей-насосом), дренажным насосом и шестью дренажными клапанами защиты путей эвакуации.

Управление техническими системами



Архитектура системы



Система мониторинга и управления спринклерным пожаротушением имеет трехуровневую структуру:

1 уровень включает в себя устройства сигнализации (пожарные извещатели, датчики, сигнальные реле и т.д.) технологической части установки спринклерного пожаротушения;

2 уровень системы представлен комплектом оборудования «Спрут-2» производства ООО «Плазма-Т», с помощью которого осуществляется детектирование срабатывания устройств сигнализации и управление установкой спринклерного пожаротушения;

Управление техническими системами

3 уровень системы состоит из серверной станции DataRate, к которой могут быть подключены локальные и удаленные (Web) автоматизированные рабочие места (клиенты DataRate).

В данном случае комплект оборудования «Спрут-2» осуществляет детектирование срабатывания устройств сигнализации и автоматическое управление:

- Установками пожаротушения;
- Системами оповещения;
- Технологическим оборудованием (в том числе насосами холодного водоснабжения, горячего водоснабжения, дренажа).

Функции SCADA/HMI DataRate в системе пожарной безопасности и пожаротушения:

- Ведение протокола событий;
- Визуализация места возникновения пожара и процесса тушения;
- Своевременная сигнализация о текущем состоянии пожарного оборудования и возникновении возгорания;
- Протоколирование неисправностей в работе пожарного оборудования на протяжении всего срока эксплуатации;
- Удаленный/локальный мониторинг и контроль нескольких объектов без затрат на дополнительное оборудование.

Вы можете **уже сейчас попробовать данное решение в действии**, загрузив демонстрационный [проект «Система мониторинга и управления спринклерным пожаротушением»](#). В течение трех месяцев весь функционал проекта будет **бесплатно доступен для ознакомления**.

2. Система мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном доме

[Система мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме](#) предназначена для удаления продуктов горения (дыма) при пожаре и ограничения его распространения. Обеспечивает безопасную эвакуацию людей из здания в начальной стадии пожара, возникшего в одном из помещений. Система

Управление техническими системами

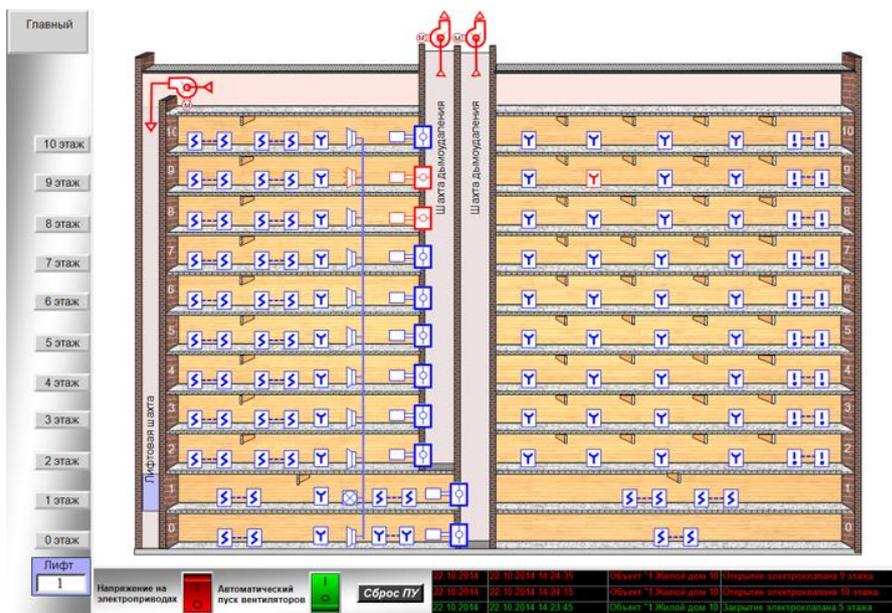
мониторинга и управления дымоудалением (СДУ) — это один из важных составных элементов системы противопожарной защиты.

Система может применяться как самостоятельная единица. Однако применение СДУ в комплексе с системами пожаротушения дает возможность не только практически исключить смерть людей из-за отравления угарным газом, но и потушить пожар, минимизировать материальные потери.

SCADA/HMI DataRate в таком случае:

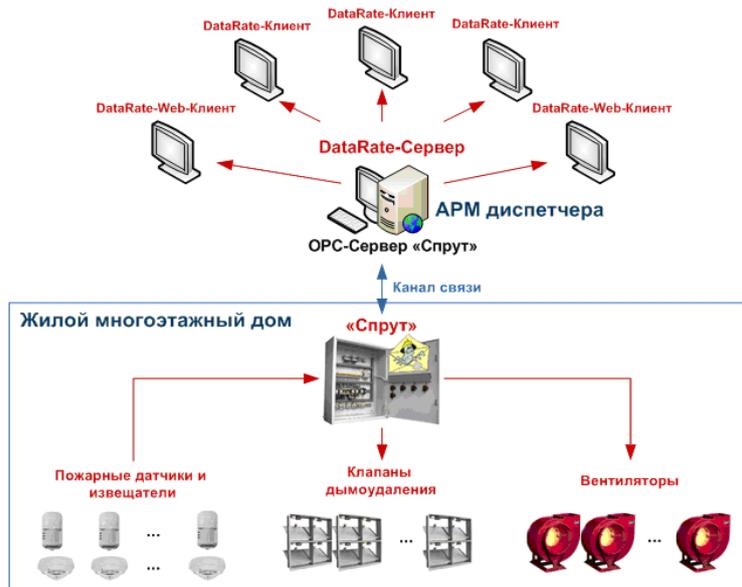
- 1. Обеспечит полную информационную совместимость систем пожаротушения и систем дымоудаления
- 2. Повысит быстрдействие и, следовательно, сделает процесс борьбы с пожаром более эффективным.

Система обеспечивает мониторинг состояния пожарных извещателей, а также управление клапанами дымоудаления и вентиляторами.



Пример мнемосхемы

Управление техническими системами



Архитектура системы

Система мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме имеет трехуровневую структуру:

1 уровень включает в себя пожарные извещатели, клапаны дымоудаления, огнезадерживающие клапаны и вентиляторы;

2 уровень системы представлен комплектом оборудования «Спрут-2» производства ООО «Плазма-Т»;

3 уровень системы состоит из серверной станции DataRate, к которой могут быть подключены локальные и удаленные (Web) автоматизированные рабочие места (клиенты DataRate).

В системе мониторинга и управления дымоудалением комплект оборудования «Спрут-2» предназначен для:

- Детектирования срабатывания пожарных датчиков;
- Автоматического управления дымоудалением и вентиляцией;
- Автоматического управления системой оповещения;
- Работы в качестве пожарной сигнализации с безадресными извещателями.

Функции SCADA/HMI DataRate в системе мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме:

- Ведение протокола событий
- Удаленный/локальный мониторинг и контроль нескольких объектов без затрат на дополнительное оборудование

Управление техническими системами

- Сигнализация о пуске системы дымоудаления (по направлениям)
- Сигнализация о пуске вентиляторов
- Сигнализация об отключении автоматического пуска вентиляторов
- Сигнализация о неисправности любого шлейфа
- Сигнализация о неисправности электровводов питания
- Сигнализация о неоткрытии/незакрытии электроклапанов за установленное время
- Сигнализация об открытом/закрытом положении электроклапанов
- Звуковая сигнализация о срабатывании пожарных датчиков и/или извещателей.

Благодаря оптимизации алгоритмов управления, высокой надежности и простоте применения, данные системы выполняют свою задачу максимально эффективно.

Вы можете **уже сейчас попробовать данное решение в действии**, загрузив демонстрационный [проект «Система мониторинга и управления дымоудалением в многоэтажном жилом доме»](#). В течение трех месяцев весь функционал проекта будет **бесплатно доступен для ознакомления**.

3. Система мониторинга и управления газовым пожаротушением

[Система мониторинга и управления газовым пожаротушением](#)

Применяется для противопожарной защиты производственных объектов и технологического оборудования, складов и торговых помещений.

Система создает в защищаемом помещении (объеме) газовую среду, которая не поддерживает горение.

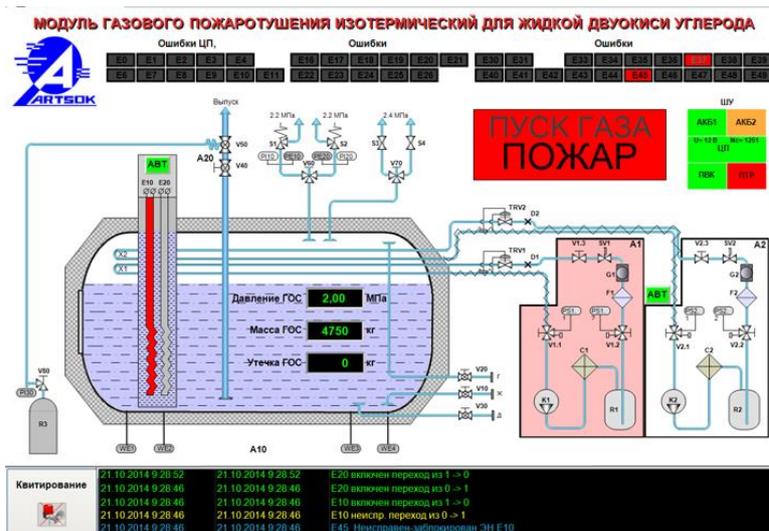
Производится мониторинг, контроль и управление газовым пожаротушением на основе универсальной SCADA/HMI [DataRate™](#) и оборудования ЗАО «АРТСОК»: модулей изотермических для хранения жидкой двуокиси углерода (МИЖУ) и приемно-контрольных пожарных приборов «АИСТ».

Основные достоинства данного решения:

- **1.** Возможность установки МИЖУ вне здания (работоспособна даже при температуре окружающей среды до минус 40 °С), что позволяет существенно экономить производственные площади. В отапливаемом помещении или теплом блок-боксе устанавливаются только устройства управления.

Управление техническими системами

- **2.** Номенклатура оборудования включает в себя особые исполнения для взрывоопасных помещений и помещений в регионах с повышенной сейсмической активностью.
- **3.** После ликвидации пожара газовое огнетушащее вещество практически не оказывает вредного воздействия на защищаемые ценности, в отличие от воды, пены, порошка и газоаэрозоли. Более того, для защиты помещений с ПК, серверных, архивов данная система является единственно возможным средством противопожарной защиты.



Пример мнемосхемы

В 1 уровень системы входит непосредственно сама установка МИЖУ, содержащая датчики измеряемых параметров, запорную и регулируемую арматуру совместно с исполнительными механизмами и устройствами и др. Во 2-ой уровень системы входит шкаф управления МИЖУ (ШУ МИЖУ), осуществляющий автоматическое управление оборудованием пожаротушения 1-го уровня. 3-ий уровень уровень системы состоит из автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора пожарной установки, выполненного на базе персонального компьютера с установленным программным обеспечением SCADA/HMI [DataRate](#) и OPC-сервером приборов «АИСТ» и ШУ МИЖУ.

Функции SCADA/HMI DataRate в системе мониторинга и управления газовым пожаротушением:

- Ведение протокола событий
- Мониторинг и контроль параметров системы

Управление техническими системами

- Мониторинг сигналов пожарных датчиков и извещателей, поступающих на приемно-контрольные пожарные приборы «АИСТ».

Вы можете уже сейчас попробовать данное решение в действии, загрузив демонстрационный [проект «Система мониторинга и управления газовым пожаротушением»](#). В течение трех месяцев весь функционал проекта будет **бесплатно доступен для ознакомления**.

Автоматизированные Системы Пожаротушения и Дымоудаления являются современными отказоустойчивыми средствами пожаробезопасности, обеспечивают оперативный контроль, детальную визуализацию, самодиагностику оборудования и предотвращение аварий, обнаружение и устранение пожара.

Надежность представленных Систем Пожаротушения и Дымоудаления, подтверждена сертификатами соответствия Российской Федерации и Европейского Союза.

Лекция

по теме 2.3.1. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия

ВОПРОСЫ

1. Назначение. Основные особенности.
2. Состав системы: Подсистема СКУД и охранной сигнализации. Подсистема ОПС. Видеоподсистема. АРМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия PERCo-S-20. Техническое описание. 2017. – 32 с. (с. 2-10).

ВВЕДЕНИЕ

Данное техническое описание «Единой системы безопасности и повышения эффективности PERCo-S-20» предназначено для ознакомления с ее возможностями и основными техническими характеристиками. Приведены термины и определения, используемые при описании системы. Указан перечень оборудования и ПО, необходимого для построения системы. Перечислены требования к ПК и к сети *Ethernet*, используемым в системе.

Управление техническими системами

Условные обозначения, принятые в системе:

- АРМ - автоматизированное рабочее место;
- АТП - автотранспортная проходная;
- БД - база данных системы;
- ЖКИ - жидкокристаллический индикатор (дисплей);
- ИК-пульт - пульт дистанционного управления с инфракрасным портом;
- ИУ - исполнительное устройство;
- КБО - контроллер безопасности объекта;
- ОЗ - охранная зона;
- ОПС - охранно-пожарная сигнализация;
- ПДУ - проводной пульт дистанционного управления;
- ПК - персональный компьютер, ноутбук;
- ПО - программное обеспечение;
- ППКОП - прибор приемно-контрольный охранно-пожарный;
- ПЦН - пульт централизованного наблюдения;
- СКУД - система контроля и управления доступом;
- ШС - шлейф сигнализации;
- ЭП - электронная проходная.

1. Назначение. Основные особенности

«Единая система безопасности и повышения эффективности РЕКСо-8-20» (далее - *система*) предназначена для применения на промышленных предприятиях, в банках, бизнес-центрах, медицинских и образовательных учреждениях, а также в организациях других сфер деятельности.

Система одновременно может выполнять функции:

1. Обеспечение безопасности предприятия:
 - контроль доступа на территорию предприятия через оборудованные контроллерами точки прохода (подсистема СКУД),
 - охранно-пожарная сигнализация на базе ППКОП (подсистема ОПС),
 - видеонаблюдение с возможностью сохранения видеоархива,
 - АРМ сотрудников охраны с возможностью проведения процедуры верификации, видеонаблюдения, организации центрального поста и др.
2. Повышение эффективности работы предприятия:
 - учет рабочего времени (УРВ) сотрудников и контроль трудовой дисциплины,

Управление техническими системами

- повышение производительности труда сотрудников службы охраны, отдела кадров, бюро пропусков и др. благодаря организации АРМ.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Широкие возможности и надежность функционирования системы обеспечены рядом технических решений (структурный состав системы показан на рис. 1):

- Система построена на универсальной технологии пакетной передачи данных для компьютерных сетей **Ethernet**. Это значительно упрощает и расширяет возможность выбора компонентов для построения сети обмена данными между устройствами системы. В том числе может использоваться уже существующая на предприятии локальная сеть.
- Все контроллеры и ПК системы работают в единой информационной среде с единой базой данных (БД), установленной на сервере системы. При этом наличие постоянной связи контроллеров с БД не требуется. В энергонезависимую память каждого контроллера доступа передаются все необходимые права доступа карт. Там же сохраняются регистрируемые контроллером события. При восстановлении связи с сервером системы события переносятся в БД.

Внимание!

Исходя из специфичности решаемых системой задач, рекомендуется разделение существующей или создание отдельной сети **Ethernet** для подсистемы безопасности. При этом административные АРМы могут находиться в сети предприятия.

ОПС системы строится на базе ППКОП с использованием неадресных охранных и пожарных извещателей. Это позволяет минимизировать затраты на оборудование.

В случае необходимости возможно увеличение числа контроллеров (точек прохода) и ППКОП с их интеграцией в уже существующую систему.

Контроллеры системы поддерживают возможность обновления встроенного ПО (прошивки) по сети **Ethernet**.

Управление техническими системами

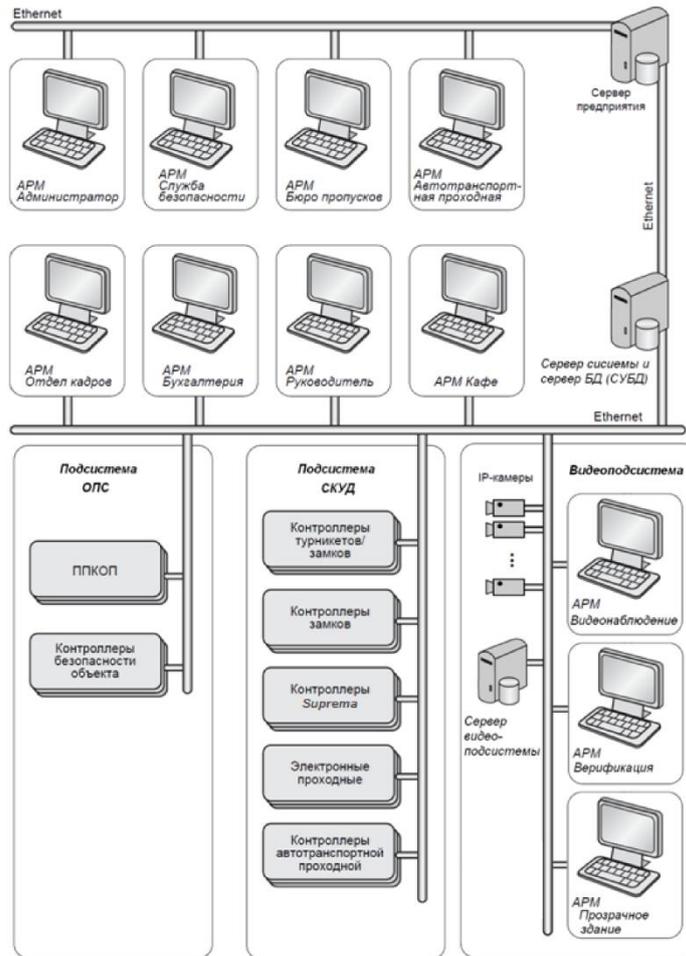


Рисунок 1. Структурный состав системы

Сетевое ПО системы построено по модульному принципу. Это позволяет при необходимости расширять возможности системы за счет установки дополнительных модулей ПО и организации дополнительных АРМ. При этом нет необходимости создавать новую БД.

Сетевое ПО системы позволяет гибко настраивать полномочия операторов АРМ. Права просмотра или редактирования выдаются независимо на разделы ПО, оборудование, помещения, подразделения. При этом АРМ связано не с конкретным ПК, а с учетной записью оператора.

Сетевое ПО системы позволяет настраивать сценарии автоматического реагирования системы на регистрируемые события мониторинга подсистем СКУД, ОПС, видеонаблюдения. Это позволяет избежать влияния человеческого фактора в случае возникновения тревожной ситуации.

Сетевое ПО системы поддерживает возможность автоматического обновления ПО «Консоли управления». В случае изменения версии, при очередном запуске «Консоли управления», ПО автоматически скачивается с сервера системы и устанавливается без вмешательства оператора или системного администратора.

Сетевое ПО системы позволяет настроить автоматическую рассылку SMS.

2. СОСТАВ СИСТЕМЫ

2.1. Подсистема СКУД и охранной сигнализации

Подсистема *СКУД РЕНСо-В-20* с элементами охранной сигнализации предназначена для организации контроля и управления доступом сотрудников, посетителей и ТС на территорию и в помещения предприятия.

Доступ может осуществляться по пропускам на основе бесконтактных карт через специально оборудованные точки прохода. Каждая карта обладает уникальной информацией - **идентификатором**. В БД системы идентификатор связан с данными сотрудника, посетителя или ТС, которому она выдана.

В качестве идентификатора в системе также могут выступать и биометрические признаки человека, в частности, в системе *РЕНСо-В-20* предусмотрена интеграция с биометрическими контроллерами *Suprema*, которые осуществляют биоидентификацию по отпечаткам пальцев.

Контроллеры всех точек прохода связаны по сети **Ethernet**: между собой и с единой БД системы. Каждое событие предъявления идентификатора фиксируется в БД с указанием места и времени предъявления. Это позволяет отслеживать время пребывания и перемещения пользователей по территории и в помещениях предприятия.

Для каждого контролируемого направления через исполнительные устройства точек прохода может быть установлен один из режимов контроля доступа (РКД): **«Открыто»**, **«Закрото»**, **«Контроль»**. Это позволяет при необходимости обеспечить свободный проход в данном направлении или полностью его перекрыть. РКД **«Контроль»** используется для прохода по идентификаторам.

Для точек прохода типа «дверь» доступна возможность конфигурирования ОЗ. В зависимости от модели контроллера в ОЗ может входить ИУ и ШС. Эту ОЗ можно перевести в режим **«ОХРАНА»** и снять с охраны при помощи идентификатора - бесконтактной карты доступа, которой выдан соответствующий тип прав, или оператором через ПО. При постановке на охрану для считывателей точки прохода устанавливается РКД **«Охрана»**. Поддержка ШС позволяет контролировать не только вход в помещение, но также и весь его объем.

2.2. Подсистема ОПС

Подсистемы *ОПС РЕНСо-В-20* предназначена для обнаружения случаев возникновения пожара или проникновения на территорию и в помещения предприятия

Управление техническими системами

с возможностью включения светового и звукового оповещения, передачи извещений на ПЦН. Подсистема также может взаимодействовать с подсистемой *СКУД PERCo-B-20*, что позволяет управлять ИУ.

Подсистема может устанавливаться как автономная или централизованная ОПС на различных объектах: промышленных и торговых предприятиях, офисах, складах, квартирах, гаражах, дачах, и т.д.

ОПС системы строятся на базе ППКОП. Они соответствуют требованиям государственного стандарта и нормам пожарной безопасности, обладают повышенной надежностью и рассчитаны на непрерывную круглосуточную работу.

В охраняемых помещениях размещаются неадресные охранные и пожарные извещатели. Автоматические извещатели позволяют обнаруживать на ранней стадии факт возникновения пожара или проникновения. Ручные извещатели позволяют любому сотруднику при необходимости подать сигнал вручную. ППКОП поддерживает возможность контроля вскрытия корпуса извещателей. Извещатели подключаются к ППКОП при помощи двухпроводных ШС.

ППКОП осуществляет прием сигнала от ШС о пожаре, проникновении или неисправности (КЗ и обрывы). При получении сигнала ППКОП включает индикацию номера нарушенного или неисправного ШС и, в соответствии с заданной конфигурацией, активизирует звуковые, световые оповещатели и подает сигнал на ПЦН.

Все регистрируемые события (прием сигналов «Пожар», «Тревога», неисправность, отключение питания и т.д.) сохраняются в энергонезависимой памяти ППКОП.

Конфигурация ППКОП после монтажа осуществляется по сети Ethernet: от ПК с установленным ПО системы. ПК может также использоваться как устройство дополнительной индикации и управления.

Описание работы подсистемы ОПС PERCo-B-20 и основные технические характеристики ППКОП приводятся в эксплуатационной документации ППКОП.

2.3. Видеоподсистема

Подсистема видеонаблюдения PERCo-B-20 состоит из камер наблюдения, АРМ операторов и одного или нескольких программных серверов видеонаблюдения.

Управление техническими системами

В системе могут использоваться IP-видеокамеры и аналоговые видеокамеры, подключенные к IP-видеосерверам. Поддерживается работа камер в качестве детекторов движения.

©Примечание:

Список поддерживаемых видеоподсистемой камер наблюдения представлен на сайте компании PERCo, по адресу mmm.regco.ru, в разделе Главная> Продукция> Комплексные системы безопасности> Видеокамеры. Для поддержки некоторых моделей камер требуется установка дополнительных драйверов.

Для записи видеоархива данных, получаемых с IP-видеокамер и IP-видеосерверов, необходимо установить сервер видеоподсистемы. В системе может быть установлено несколько серверов. Для управления сервером и файлами видеоархива вместе с сервером видеоподсистемы устанавливается модуль «Центр управления видеоподсистемой».

Подключение камеры к тому или иному серверу, а также настройка параметров камеры, производится в расширенной версии раздела «Конфигуратор», входящей в модуль VM01 «Администратор».

В состав видеоподсистемы входят следующие компоненты:

«Видеонаблюдение» - модуль ПО, предназначен для организации АРМ оператора видеонаблюдения. Модуль позволяет отображать в режиме реального времени видеоинформацию с камер наблюдения видеоподсистемы и просматривать видеоархив, записанный с камер. Видеоинформация с камер передается непосредственно в модуль. Запись с камер производится по команде оператора или ПО.

«Прозрачное здание» - модуль ПО, предназначен для организации АРМ руководителя или контролера. Модуль позволяет отображать в режиме реального времени видеоинформацию с камер наблюдения и просматривать видеоархив, записанный с камер. Видеоинформация в модуль поступает через сервер видеоподсистемы. В модуле доступны только те камеры, для которых установлен параметр **Использовать в "Прозрачном здании"**.

Запись с отмеченных камер производится непрерывно.

«Камеры СКУД» - компонент видеоподсистемы, позволяющий при предъявлении карты доступа считывателю производить автоматическую запись с камеры, связанной с этим считывателем. Камера устанавливается в точке прохода таким образом, что в ее поле зрения попадает место предъявления карт доступа считывателю. Для использования компонентом доступны только те камеры, для которых

Управление техническими системами

установлен параметр **Использовать, как камеру СКУД**. Длительность записи определяется параметром **Время предзаписи для камер СКУД**.

«Верификация», «АТП: Верификация» - модули ПО, предназначены для организации АРМ оператора службы безопасности. Модули позволяют усилить контроль доступа через точки прохода за счет проведения оператором процедуры верификации. При организации точек верификации доступна возможность использования камер видеоподсистемы. Видеоинформация с камер передается непосредственно в модуль.

«Прием посетителей» - модуль ПО, предназначен для организации АРМ сотрудника, ведущего прием посетителей. При организации точки верификации доступна возможность использования камер видеоподсистемы. Видеоинформация с камер передается непосредственно в модуль.

«Центральный пост охраны» - модуль ПО, предназначен для организации поста охраны и наблюдения. В модуле доступны возможности видеонаблюдения и верификации.

Сервер видеоподсистемы по сети *Ethernet*: производит запись с камер видеоподсистемы. Запись начинается по команде оператора или ПО. Управление сервером видеоподсистемы и создание файлов видеоархивов производится из модуля **«Центр управления видеоподсистемой»**.

АРМ Автоматизированное рабочее место (АРМ) - программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.

Установка и лицензирование сетевого ПО системы производится по модульному принципу. То есть одновременно приобретаются все разделы, входящие в один модуль. Модуль может состоять из одного или нескольких разделов. При этом разделы одного модуля могут входить в разные АРМ.

Организация АРМ в системе производится выдачей полномочий оператору. При запуске **«Консоли управления»** под своей учетной записью оператору доступны только те разделы, на которые ему даны полномочия (при условии, что на данном ПК установлены модули, в которые входят эти разделы). Системой отслеживается количество АРМ с установленными разделами, одновременно подключенных к серверу системы. Оно не должно превышать количество предусмотренных лицензией рабочих мест.

Условно в системе можно выделить следующие возможные типы АРМ (указаны необходимые для их организации модули):

Управление техническими системами

АРМ «Администратор»

- РЕКСо-5Ж1 «Базовое ПО»
- РЕКСо-3М01 «Администратор»

АРМ «Служба безопасности»

- ✓ РЕРСо-5М08 «Мониторинг»
- ✓ РЕКСо-5М09 «Верификация»

- ✓ РЕКСо-5М012 «Видеонаблюдение»
- ✓ РЕРСо-5М013 «Центральный пост»

АРМ «Бюро пропусков»

- ✓ РЕРСо-5М03 «Бюро пропусков»
- ✓ РЕКСо-3М04 «Управление доступом»
- ✓ РЕКСо-3М014 «Дизайнер пропусков»

АРМ «Бухгалтерия»

- ✓ РЕКСо-3М05 «Дисциплинарные отчеты»
- ✓ «Интеграция с 1С»

АРМ «Отдел кадров»

- ✓ РЕРСо-5М02 «Персонал»

АРМ «Руководитель»

- ✓ РЕКСо-3М07 «Учет рабочего времени»
- ✓ РЕКСо-3М010 «Прием посетителей»
- ✓ РЕКСо-3М015 «Прозрачное здание»

Специализированные АРМ при установке соответствующих модулей:

- ✓ РЕРСо-5М016 «Кафе»

РЕРСо-5М017 «АТП»

Лекция

по теме 2.3.2. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия

ВОПРОСЫ

1. Контроллеры: Контроллер управления дверьми. Контроллер управления турникетом. Контроллер АТП. Контроллер регистрации.

Управление техническими системами

2. Исполнительные устройства. Считыватели. Электронные проходные. Устройства управления. Дополнительное оборудование. ППКОП. Интеграция с биометрической системой Suprema.

3. Основные технические характеристики: СКУД, ОПС, Видеоподсистема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия PERCo-S-20. Техническое описание. 2017. – 32 с. (с. 10-16).

1. Контроллеры: Контроллер управления дверьми. Контроллер управления турникетом. Контроллер АТП. Контроллер регистрации

«Контроллер управления дверьми»

В качестве ИУ может использоваться один (два) замка (защелки) электромагнитного или электромеханического типа производства компании *PERCo* или стороннего производителя.

PERCo-CL.05.1 позволяет организовать одну одностороннюю точку прохода или, при использовании двух контроллеров данной модели, одну двухстороннюю точку прохода. Контроллер снабжен встроенным считывателем карт доступа формата *HID*, *EM-Marine* и блоком индикации со светодиодными индикаторами.

PERCo-CT/L04 в варианте конфигурации «Контроллер управления одной двухсторонней дверью» позволяет организовать одну двухстороннюю точку прохода или в варианте конфигурации «Контроллер управления двумя односторонними дверьми» - две односторонние точки прохода, управляя при этом соответственно одним или двумя ИУ. При этом к контроллеру по интерфейсу *RS-485* подключаются дополнительно устанавливаемые выносные считыватели.

PERCo-CL201.1 подключается в качестве контроллера второго уровня к контроллерам *PERCo-CT/L04* и *PERCo-CT03* по интерфейсу *RS-485* и позволяет организовать одну одностороннюю точку прохода. Контроллер снабжен встроенным считывателем карт доступа формата *HID*, *EM-Marine* и блоком индикации со светодиодными индикаторами. Одновременно к контроллеру первого уровня может быть подключено до 8 контроллеров второго уровня.

«Контроллер управления турникетом»

В качестве ИУ может использоваться один турникет или калитка производства компании *PERCo* или стороннего производителя.

Управление техническими системами

PERCo-CT/L04 в варианте конфигурации «Контроллер управление турникетом» позволяет организовать одну двухстороннюю точку прохода. При этом к контроллеру по интерфейсу *RS-485* подключаются встроенные считыватели турникета или дополнительно устанавливаемые выносные считыватели.

PERCo-CT03 - встроенный контроллер, поставляется в составе электронной проходной, позволяет организовать одну двухстороннюю точку прохода.

«Контроллер АТП»

В качестве ИУ может использоваться шлагбаум или привод автоматических ворот стороннего производителя (*CAME, GWNIYS SPIN, NICE WIL4/WIL6, FAAC*).

PERCo-CT/L04 в варианте конфигурации «Контроллер АТП» позволяет организовать одну двухстороннюю точку прохода. При этом к контроллеру по интерфейсу *RS-485* подключаются дополнительно устанавливаемые выносные считыватели.

«Контроллер регистрации»

PERCo-CR01 и *LICON* снабжен двумя встроенными считывателями карт доступа формата *HID, EM-Maripе* и ЖКИ (дисплеем). Контроллер предназначен для организации терминала учета рабочего времени и контроля трудовой дисциплины (даным контроллером не поддерживается возможность управления ИУ).

2. Исполнительные устройства

Замок

- электромеханические замки серии ***PERCo+LC***;
- электромеханические замки с контактной группой серии ***PERCo+B, PERCo+BP***;
- электромеханические и электромагнитные замки сторонних производителей.

Турникет

- турникеты-триподы серий ***PERCo-T*** и ***PERCo-TTR***;
- тумбовые турникеты серий ***PERCo-TTD*** и ***PERCo-TB***;
- роторные турникеты серии ***PERCo-RTD***;
- турникеты сторонних производителей.

Калитка

- электромеханические полуавтоматические калитки серии ***PERCo-WHD***;
- электромеханические автоматические калитки серии ***PERCo-WMD***;
- калитки сторонних производителей.

ИУ АТП

Управление техническими системами

- шлагбаумы сторонних производителей;
- приводы автоматических ворот сторонних производителей.

Считыватели

В качестве выносных считывателей идентификаторов карт доступа могут использоваться:

- считыватели серии **PERCo-IR**, снабженные блоками индикации;
- считыватели серии **PERCo-MR**, снабженные блоками индикации, и предназначенные для работы с защищённой областью памяти карт **MIRAFE**;
- стойка-считыватель **PERCo-IRP**, снабженная ЖК-дисплеем;
- считыватели сторонних производителей, которые могут быть использованы как считыватели для карт формата **MID**, **EM-Mann** или **MIRAFE**.

Выносные считыватели подключаются к контроллерам системы по интерфейсу **RS-485**. Для подключения считывателей с интерфейсом **Wiegand-26, 34, 37, 40, 42** необходимо использовать конвертер интерфейса **PERCo-AC02**.

Электронные проходные

ЭП представляет собой готовый комплект оборудования для организации двухсторонней точки прохода, то есть ИУ (турникет) со встроенными считывателями карт доступа и встроенным контроллером СКУД. В ЭП могут быть установлены считыватели для карт формата **MID**, **EM-Mann** или **MIRAFE**.

- **PERCo-KT02** - серия ЭП на базе турникета-трипода;
- **PERCo-KT05** - серия ЭП на базе тумбового турникета-трипода;
- **PERCo-KTC01** - серия ЭП на базе тумбового турникета-трипода со встроенным картоприемником;
- **PERCo-KR05** - серия ЭП на базе роторного турникета.

Устройства управления

PERCo-H-6/4 - проводной пульт дистанционного управления (ПДУ) предназначен для автономного управления ИУ. Оператор с помощью ПДУ может подать команду разблокировки ИУ для однократного прохода, установить режим свободного прохода или заблокировать ИУ. Также ПДУ снабжен светодиодной и звуковой индикацией.

ПДУ входит в комплект поставки калиток, турникетов и ЭП производства компании **PERCo**.

Устройство РУ (радиоуправления) - предназначено для автономного управления ИУ. Комплект состоит из приемника, подключаемого к ИУ (контроллеру СКУД), и

Управление техническими системами

передатчиков в виде брелоков, с дальностью действия до 40 м. Оператор с помощью устройства РУ может подать команду разблокировки ИУ для однократного прохода, установить режим свободного прохода или заблокировать ИУ.

PERCo-AU01 - ИК-пульт предназначен для дистанционного управления ИУ через контроллер СКУД. Оператор с помощью ИК-пульта может изменять установленный для направления РКД (кроме «Охрана») или подать команду разблокировки ИУ для однократного прохода в этом направлении. Для приема ИК-сигнала от пульта ДУ необходимо установить и подключить к контроллеру **PERCo-CT/L04** по интерфейсу **RS-485** выносной блок индикации с ИК-приемником **PERCo-A101**.

Кнопка ДУ «Выход» - предназначена для ручного управления ИУ при организации односторонней точки прохода (например, для открытия двери при выходе из помещения). Может использоваться любая кнопка нефиксирующегося типа с нормально разомкнутыми «сухими» контактами.

Дополнительное оборудование

Картоприемники представляют собой устройства для сбора использованных временных карт доступа (карт посетителей), управляются контроллерами СКУД **PERCo-CT/L.04** и **PERCo-CT03**.

- Картоприемники серии **PERCo-1C02** со встроенным считывателем карт доступа формата *НЮ*, *EM-Mappe* и блоком индикации со светодиодными индикаторами;
- Картоприемники сторонних производителей.

PERCo-AU05 - табло системного времени (ТСВ), предназначено для отображения времени. ТСВ подключается по интерфейсу RS-485 к контроллерам **PERCo-CT/E04** и **PERCo-CT03**.

ДКЗП - датчик контроля зоны прохода, предназначен для регистрации попыток несанкционированного прохода через ИУ.

Сирена - звуковой оповещатель.

ППКОП

Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный **PERCo-PU01** (ППКОП) - предназначен для приема извещений от восьми ШС с неадресными (пороговыми) пожарными или охранными извещателями. Позволяет организовать до восьми зон сигнализации. При нарушении ШС в соответствии с заданной конфигурацией могут выдаваться извещения на ПЦН о пожаре и/или проникновении, включаться звуковое или световое оповещение, активизироваться другое оборудование.

Управление техническими системами

Контроллер безопасности объекта **PERCo-CS01** (КБО) - предназначен для приема извещений от трех ШС с неадресными (пороговыми) пожарными или охранными извещателями. Позволяет организовать одну охранную и одну пожарную зоны сигнализации, а также управление одним электромеханическим или электромагнитным замком. При нарушении ШС в соответствии с заданной конфигурацией могут выдаваться извещения на ПЦН о пожаре и/или проникновении, включаться звуковое или световое оповещение, активизироваться другое оборудование.

В качестве извещателей, включаемых в охранные и пожарные ШС, могут использоваться извещатели электроконтактного и магнитоконтактного типов, имеющие на выходе контакты реле; активные с питанием по ШС. Например: «Окно-4», «Окно-5», «Фотон-8», «Волна 5», «Аврора-ДТН», «Аврора-ДН», «Аврора-ТН», «ИП 101-23-АЮ», «ИП 212/101-2-А1Р», «ИП 212-58», «ИП 212-41М», «ИП 21245», «ИП105-1-А», «ИП101-3А-ЛЗР1» или аналогичные по выходным параметрам.

Интеграция с биометрической системой *Suprema*

В целях расширения функциональных возможностей системы по поддержке биометрических технологий в общую систему СКУД могут встраиваться биометрические контроллеры доступа сторонних производителей для совместного использования с контроллерами доступа *PERCo*.

Биометрические контроллеры доступа компании *Suprema* «*BioEntry Plus*» и «*BioEntry W2*» снабжены считывателем отпечатков пальцев и считывателем карт доступа. Совместно с ними могут использоваться настольные биометрические сканеры линейки «*BioMine*».

- «*BioEntry Plus*» - биометрический контроллер доступа, с возможностью подключения по сети Ethernet и протоколу TCP/IP.
- «*BioEntry W2*» - биометрический контроллер доступа в прочном металлическом пыле- и влагозащитном корпусе, с возможностью подключения по сети Ethernet и протоколу TCP/IP.

«*BioMine*» - линейка настольных считывателей отпечатков пальцев, подключаемых по интерфейсу USB

3. Основные технические характеристики: СКУД, ОПС, Видеоподсистема

СКУД

Стандарт интерфейса связи *Ethernet* (IEEE 802.3)

Управление техническими системами

Скорости передачи данных <i>Ethernet</i> , Мб/м/с	10/100
Количество контроллеров СКУД	не более 1000
Интенсивность проходов со сменой пространственной зоны ¹ , проходов/секунду	
для контроллеров на 50000 карт	не более 50
для контроллеров на 10000 карт	не более 200
Формат карт доступа ²	<i>HID, EM-Mann, Mifare</i>
Общее число карт доступа (пользователей)	не более 50 000 000
Число коммисионирующих карт для каждого контроллера	
для ИУ №1	192
для ИУ №2 и следующих ⁶⁴	
Число событий регистрации для каждого контроллера ³	не более 135 000
для <i>PERCo-CR01 Licon</i>	не более 140 000
Количество пространственных зон контроля	не более 1024
Количество критериев доступа по времени типа	
временная зона (до 4-х временных интервалов)	не более 256
недельный график	не более 256
скользящий посуточный график (в пределах 30 суток)	не более 256
скользящих понедельных графиков (в пределах 54 недель)	не более 256
Количество дней с особым статусом, праздников (до 8 типов)	не более 366

Таблица 1. Количество карт доступа, хранимых в контроллерах PERCo

Контроллер	Вариант конфигурации	К-во карт
<i>CL201</i>	-	1000
<i>CR01 LICON</i>	-	5000
<i>CL05</i>	-	50000
<i>CT03, CT/L04,</i>	Контроллер для управления турникетом	50000
<i>CT03, CT/L04</i>	Контроллер для управления турникетом с подключением до 8 шт. контроллеров замка <i>PERCo-CL201</i>	10000
<i>CT/L04</i>	Контроллер для управления двумя односторонними дверьми с подключением до 8 шт. контроллеров замка <i>PERCo-CL201</i>	по 1000 на каждый замок
<i>CT/L04</i>	Контроллер для управления одной двухсторонней дверью	50000
<i>CT/L04</i>	Контроллер для управления одной двухсторонней дверью с подключением до 8 шт. контроллеров замка <i>PERCo-CL201</i>	10000
<i>CT/L04</i>	Контроллер АТП	50000
<i>CT/L04</i>	Контроллер АТП с подключением до 8 шт. контроллеров замка <i>PERCo-CL201</i>	10000

¹ Превышение интенсивности проходов в течение нескольких секунд может привести к ошибкам при передаче данных об изменении пространственных зон контроля для карт доступа. При последующих предъявлениях этих карт может фиксироваться нарушение функции глобального контроля зональности (*Global Antipass*) системы.

² Через конвертер *PERCo-AC02* возможно подключение любых считывателей с интерфейсом *Wiegand-26, 34, 37, 40, 42*. Это позволяет работать с другими типами карт доступа (*Motorola* и т.д.).

³ События подключенных контроллеров второго уровня *PERCo-CL201* хранятся в памяти контроллера первого уровня.

Управление техническими системами

6.2 ОПС

Количество ШС:	
PERCo-PU01	8
PERCo-CS01	3
Количество ОЗ:	
PERCo-PU01	8
PERCo-CS01	2
Количество релейных выходов (с контролем состояния)	2
Количество релейных выходов	
PERCo-PU01	4
PERCo-CS01	5
Число событий журнала регистрации	до 8000
Для PERCo-CS01 :	
Число пользователей (карт доступа)	до 200
Количество считывающих устройств	1
Количество контролируемых дверей	1

6.3 Видеоподсистема

Количество IP видеокамер / IP видеосерверов	не более 1000
Количество программных серверов видеоподсистемы	не более 32
Частота записи видеоинформации, кадров/сек	не более 25
Глубина записи видеоархива	ограничена размером дискового пространства
Количество видеоокон, одновременно выводимых в модуле:	
«Видеонаблюдение»	не более 16
«Прозрачное здание»	не более 16
«Центральный пост охраны»	не более 16



Примечание:

Количество видеоокон, одновременно выводимых в модуле, зависит от производительности ПК, а также от качества и частоты обновления кадров, получаемых с камер изображения. Данные приведены для ПК, отвечающего минимальным техническим требованиям, с монитором с разрешением изображения 800×600 пикселей и частотой обновления 15 кадров в секунду.

Количество точек верификации:	
«Локальное ПО с верификацией»	не более 2
«Верификация»	не более 4
«АТП: Верификация» ¹	не более 2
«Прием посетителей»	1
«Центральный пост охраны»	не более 8

7 WEB-ИНТЕРФЕЙС

Контроллеры системы снабжены встроенным web-интерфейсом для проведения первичной настройки. Использование web-интерфейса позволяет без инсталляции какого-либо дополнительного ПО производить следующие действия как для самого контроллера, так и для подключенного к нему оборудования:

- задавать параметры конфигурации ИУ и считывателей;
- устанавливать РКД считывателей;
- заносить в память контроллера номера карт доступа и выдавать им права постановки и снятия с охраны ОЗ, включающую ИУ;
- просматривать список событий регистрации контроллера и сохранять его в файл;
- контролировать состояние контроллера и подключенных к нему устройств;
- проводить диагностику контроллера, форматирование его памяти и обновление встроенного ПО.

Детальное описание web-интерфейса приводится в «Руководстве пользователя web-интерфейса контроллеров системы PERCo-S-20».

Лекция

по теме 2.3.5. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия

ВОПРОСЫ

1. Программное обеспечение системы.
2. Требования к аппаратным и программным средствам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единая система безопасности и повышения эффективности предприятия PERCo-S-20. Техническое описание. 2017. – 32 с. (с. 16-26).

8 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

8.1 «Локальное ПО»



Внимание!

В **«Локальном ПО»** не предусмотрена возможность конфигурации ШС, дополнительных входов и выходов.

В **«Локальном ПО»** и **«Локальном ПО с верификацией»** не предусмотрена возможность:

- использования контроллера в варианте конфигурации **«Контроллер АТП»**.
- настройки работы с картоприемниками.

Локальное ПО является однопользовательским и предназначено для организации контроля доступа через одну точку прохода по принципу разрешения / запрета прохода. **«Локальное ПО» PERCo-SL01** – бесплатное локальное ПО. **«Локальное ПО с верификацией» PERCo-SL02** – локальное ПО с возможностью проведения процедуры верификации.

«Локальное ПО» позволяет производить следующие действия:

- формировать список сотрудников с указанием ФИО;
- выдавать карты доступа сотрудникам;
- устанавливать РКД для каждого направления прохода;
- производить временную блокировку карт доступа;
- просматривать список событий регистрации с использованием фильтра событий;
- задавать параметры конфигурации ИУ и считывателей;
- контролировать состояние контроллера и подключенных к нему устройств;

«Локальное ПО с верификацией», кроме этого, позволяет:

- формировать и контролировать режимы работы охранных зон;
- проводить процедуру верификации (идентификацию сотрудников и посетителей с помощью фотографий и кадров с видеокamеры);
- выдавать карты доступа посетителям;
- выдавать права постановки и снятия с охраны ИУ с помощью идентификатора;

Детальное описание работы с модулями приводится в **«Руководстве пользователя PERCo-SL01 Локальное ПО»** и **«Руководстве пользователя PERCo-SL02 Локальное ПО с верификацией»**.

8.2 «Сетевое ПО»

ПО системы **PERCo-S-20** предназначено для настройки параметров функционирования подсистем: СКУД, ОПС, видеонаблюдения, а также для взаимодействия между подсистемами. Кроме этого сетевое ПО предназначено для организации АРМ операторов системы. Функциональные возможности АРМ зависят от набора модулей, установленных на ПК. Описание модулей сетевого ПО системы приведено в **«Руководстве пользователя»** соответствующего модуля.

8.2.1 Сервер системы и сервер БД

Сервер системы выполнен в виде стандартного сервиса *Windows* и не имеет пользовательского интерфейса. Сервер предназначен для обмена данными между БД системы и АРМ операторов системы. На каждый АРМ при этом устанавливается **«Консоль управления»** и необходимые для работы модули сетевого ПО.

Управление техническими системами

Для работы сервера системы с БД необходимо на тот же ПК установить сервер БД. При этом будет установлена СУБД на базе SQL-сервера *Firebird*.



Внимание!

В системе может быть установлен только один сервер, поэтому при установке системы не устанавливайте **«Центр управления»** ПО на АРМ операторов. Нарушение этого правила может привести к неправильному функционированию системы.

При установке сервера системы на ПК устанавливается модуль **«Центр управления»**. Модуль предназначен для:

- управления и настройки СУБД и сервера системы,
- создания, обслуживания и резервного копирования БД системы,
- управлением лицензиями на сетевые модули системы,
- настройки параметров почтовой и SMS рассылок,
- настройки параметров почтовой рассылки.

8.2.2 Сервер видеоподсистемы

Сервер видеонаблюдения выполнен в виде стандартного сервиса Windows и не имеет пользовательского интерфейса. Сервер видеоподсистемы предназначен для записи видеoarхива данных, получаемых с IP-видеокамер и IP-видеосерверов. Сервер видеонаблюдения рекомендуется устанавливать на отдельном ПК.

В системе может быть установлено несколько серверов видеонаблюдения. Количество установленных серверов видеонаблюдения определяется в соответствии с топологией вашей компьютерной сети и местами подключения видеокамер. Это позволяет минимизировать нагрузку на компьютерную сеть предприятия.

Для управления сервером и файлами видеoarхива вместе с сервером видеоподсистемы устанавливается модуль **«Центр управления видеоподсистемой»**.

8.2.3 Консоль управления

Сетевое ПО системы выполнено по модульному принципу. **«Консоль управления»** является единой программной оболочкой для организации АРМ и работы с разделами сетевого ПО. Состав доступных оператору разделов зависит от полномочий оператора и от того, какие модули сетевого ПО установлены на ПК.

«Консоль управления» обеспечивает обмен данными АРМ с сервером системы и серверами видеоподсистемы, получение и сохранение данных в БД системы.

8.2.4 «Базовое ПО»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SN01 «Базовое ПО»** предназначен для:

- подключения и конфигурации устройств системы;
- создания списка структурных подразделений предприятия;
- создания единого списка должностей;
- создания списка помещений (пространственных зон) с указанием точек прохода между ними и расположения на плане территории предприятия;
- создания графиков работы сотрудников;
- создания и ведения списка сотрудников;
- выдачи и изъятия карт доступа сотрудников;
- назначения прав доступа сотрудников в помещения предприятия;

Управление техническими системами

- регистрации событий системы;
- задания автоматической реакции системы на регистрируемые события;
- оперативное управления устройствами системы.

В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Конфигуратор»** – предназначен для конфигурирования системы, т.е. для задания необходимых значений параметрам как всей системы, так и параметрам входящих в нее устройств и их ресурсов.
- **«Помещения и мнемосхема»** – предназначен для составления единой схемы помещений и устройств, поэтажных планов и точек прохода между ними.
- **«Назначение прав доступа операторов»** – предназначен для ввода учетных данных операторов системы и выдачи им полномочий.
- **«События устройств и действия пользователей»** – предназначен для создания отчетов о событиях, зарегистрированных в системе.
- **«Управление устройствами»** – предназначен для оперативного управления устройствами системы.
- **«Сотрудники»** – предназначен для ведения списка сотрудников; организации отправки SMS-сообщений сотрудникам.
- **«Графики работы»** – предназначен для создания графиков работы сотрудников.
- **«Учетные данные»** – предназначен для задания структуры подразделений предприятия и списка используемых на предприятии должностей. Эти данные используются при вводе учетных данных сотрудников.
- **«Доступ сотрудников»** – предназначен для выдачи / изъятия карт доступа для сотрудников предприятия и назначения им прав доступа в помещения.
- **«СТОП-лист»** – предназначен для работы с запрещенными к использованию (заблокированными) картами доступа.

8.2.5 Дополнительные модули ПО

PERCo-SM01 «Администратор»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM01 «Администратор»** предназначен для организации АРМ администратора системы. В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Конфигуратор»** (расширенная версия) – предназначен для добавления в конфигурацию устройств системы и для настройки их параметров. В отличие от базовой версии раздел данного модуля позволяет: описать параметры функционирования подсистемы пожарной сигнализации, описать параметры функционирования подсистемы видеонаблюдения, задать реакции системы на регистрируемые события.
- **«Планировщик заданий»** – предназначен для задания последовательности команд управления устройствами, выполняемых сервером системы, а также автоматической отправки SMS-сообщений в рамках выполнения заданий.
- **«Отчет по SMS»** – предназначен для генерирования отчетов по отправке и доставке SMS-сообщений.

PERCo-SM02 «Персонал»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM02 «Персонал»** предназначен для АРМ сотрудника отдела персонала, позволяет сократить объем рутинной работы и повышает эффективность работы. В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Сотрудники»** (расширенная версия) – предназначен для автоматизации ведения списка сотрудников предприятия. В отличие от базовой версии раздел

Управление техническими системами

данного модуля позволяет: вводить фотографии сотрудников предприятия, заполнять расширенный список учетных данных в текстовом и графическом виде

- **«Учетные данные»** (расширенная версия) – предназначен для составления справочников учетных данных используемых на предприятии. В отличие от базовой версии раздел данного модуля позволяет расширять список учетных данных путем добавления дополнительных полей. В качестве данных могут быть использованы текстовые и графические значения.

PERCo-SM03 «Бюро пропусков»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM03 «Бюро пропусков»** используется для выдачи и изъятия карт доступа сотрудникам предприятия и посетителям. Модуль необходим для задания параметров доступа карт сотрудников и посетителей. (Для настройки критериев доступа по времени дополнительно необходим модуль **PERCo-SM04 «Управление доступом»**). В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Доступ сотрудников»** (расширенная версия) – предназначен для выдачи карт доступа сотрудникам предприятия и назначения им прав доступа в выбранные помещения. В отличие от базовой версии раздел данного модуля позволяет: назначать параметры доступа карты (Antipass, доступ по времени, коммиссионирование, верификация), назначать сотрудникам права по постановке на охрану (снятию с охраны) помещений.
- **«Автозамена параметров доступа»** – предназначен для временной замены прав доступа сотрудников (например, на время отпуска, выполнения специальных работ и др.), без изменения штатных прав доступа.
- **«Доступ посетителей»** – предназначен для выдачи временных карт доступа посетителям предприятия, назначения им прав и параметров доступа в выбранные помещения.
- **«Доступ в помещение»** – предназначен для оперативного разрешения / запрета прохода в выбранное помещение для одной или нескольких карт доступа.
- **«СТОП-лист»** (расширенная версия) – предназначен для работы с картами доступа, которые были занесены в СТОП-лист по причине изъятия карты, невозвращения карты сотрудником при увольнении, утере карты.
- **«Заказ пропусков для посетителей»** – предназначен для заказа карты доступа посетителей для последующей выдачи в разделе **«Доступ посетителей»**.

PERCo-SM04 «Управление доступом»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM04 «Управление доступом»** предназначен для настройки критериев доступа по времени. Создаваемые в этом разделе критерии в дальнейшем могут быть использованы для разграничения доступа по времени сотрудников и посетителей. В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Временные зоны»** – предназначен для создания критериев контроля доступа по времени в рамках суток.
- **«Недельные графики»** – предназначен для создания критериев контроля доступа по времени в рамках недели.
- **«Скользящие посуточные графики»** – предназначен для создания критериев контроля доступа по времени для скользящих посуточных графиков.
- **«Скользящие понедельные графики»** – предназначен для создания критериев контроля доступа по времени для скользящих понедельных графиков.
- **«Типы праздников»** предназначен для задания в системе праздничных дней за текущий год.

Управление техническими системами

PERCo-SM05 «Дисциплинарные отчеты»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM05 «Дисциплинарные отчеты»** предназначен для контроля руководителями подразделений трудовой дисциплины сотрудников, позволяет формировать отчеты о нарушениях трудовой дисциплины - опозданиях, прогулах, уходах раньше. В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Дисциплина труда»** – предназначен для получения отчетов о нарушениях дисциплины труда во всех или выбранных подразделениях с участием всех или отдельных сотрудников за определенный интервал времени. Интервал времени, за который просматриваются события, задается с точностью до дня. Нарушения трудовой дисциплины определяются относительно установленных графиков рабочего времени.
- **«Время присутствия»** – предназначен для получения отчетов о количестве времени, проведенном сотрудником на территории предприятия.
- **«Местонахождение»** – предназначен для получения отчетов о местонахождении сотрудника в определенный день и время суток.

PERCo-SM07 «УРВ» (Учет рабочего времени)

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM07 «Учет рабочего времени»** предназначен для организации АРМ сотрудника, формирующего отчеты по отработанному времени для начисления заработной платы (табельщика). В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Журнал отработанного времени»** – предназначен для ведения табельного учета на предприятии.
- **«Отчеты»** – предназначен для формирования табелей учета рабочего времени по формам Т-12 и Т-13.
- **«Оправдательные документы»** – предназначен для ввода и редактирования информации об уважительной причине отсутствия сотрудника на рабочем месте – оправдательных документов, влияющих на корректность расчета табелей учета рабочего времени.
- **«Временная замена учетных данных»** – предназначен для временного изменения подразделения и/или график работы сотрудников, без изменения штатных значений, установленных в разделе **«Сотрудники»**.

PERCo-SM08 «Мониторинг»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM08 «Мониторинг»** устанавливается на АРМ сотрудника службы безопасности и предназначен для отображения информации о состоянии объекта и оперативного управления расположенными на нем устройствами. В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Управление устройствами и мнемосхемой»** – предназначен для отображения информации о состоянии объектов системы на графических планах и управления устройствами в целях оперативного реагирования в случае экстренной ситуации.
- **«Выбор событий мониторинга»** – предназначен для определения устройств и типов событий, информация о которых отображается на каждом конкретном посту охраны.

PERCo-SM09 «Верификация»



Примечание:

Для работы сетевого модуля **PERCo-SM09 «Верификация»** требуется установка сервера видеоподсистемы и расширенной версии раздела **«Конфигуратор»**, входящего в модуль **PERCo-SM01 «Администратор»**.

Управление техническими системами

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM09 «Верификация»** устанавливается на АРМ сотрудника службы охраны и позволяет производить идентификацию владельца карты доступа, сравнивая внешность проходящего сотрудника (посетителя) или изображение с видеокамеры и фото владельца карты, хранящееся в БД системы. В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Верификация»** – предназначен для проведения процедуры верификации, то есть отображения информации о владельце предъявленной карты доступа, а также для отображения и записи кадров, полученной с выбранных камер.
- **«Журнал верификации»** – предназначен для автоматической записи с целью последующего просмотра всех действий операторов, информации о предъявлении карт доступа в разделе **«Верификация»**.

PERCo-SM10 «Прием посетителей»



Примечание:

Для работы сетевого модуля **PERCo-SM10 «Прием посетителей»** требуется установка сервера видеоподсистемы и расширенной версии раздела **«Конфигуратор»**, входящего в модуль **PERCo-SM01 «Администратор»**.

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM10 «Прием посетителей»** предназначен для организации АРМ руководителя или другого лица ведущего прием посетителей. Также модуль может использоваться для организации доступа в помещения с особым режимом доступа, например, в кассу. В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Прием посетителей»** – предназначен для проведения оператором процедуры верификации при автоматизированном приеме посетителей.
- **«Журнал приема посетителей»** – предназначен для просмотра данных о фактах предъявления карт доступа к контролируемым разделом **«Прием посетителей»** считывателям.

PERCo-SM12 «Видеонаблюдение»



Примечание:

Для работы сетевого модуля **PERCo-SM12 «Видеонаблюдение»** требуется установка сервера видеоподсистемы и расширенной версии раздела **«Конфигуратор»**, входящего в модуль **PERCo-SM01 «Администратор»**.

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM12 «Видеонаблюдение»** состоит из одного раздела и предназначен для организации АРМ сотрудника службы безопасности, являющегося оператором видеонаблюдения. Модуль позволяет выводить на монитор кадры с камер видеоподсистемы, производить запись с камер, просматривать видеоархив.

PERCo-SM13 «Центральный пост»



Примечание:

Для работы сетевого модуля **PERCo-SM13 «Центральный пост»** требуется установка сервера видеоподсистемы и расширенной версии раздела **«Конфигуратор»**, входящего в модуль **PERCo-SM01 «Администратор»**.

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM13 «Центральный пост»** устанавливается на АРМ сотрудника службы безопасности и позволяет вести централизованное наблюдение за состоянием объекта. Модуль позволяет обеспечить взаимодействие технических и программных средств, в том числе в автоматическом режиме (включение видеокамеры в зоне сработавшего охранного датчика и т.д.), снижая негативное влияние человеческого фактора. В состав модуля входят следующие разделы:

Управление техническими системами

- **«Центральный пост охраны»** – предназначен для отображения информации о состоянии объектов на графических планах предприятия и в табличном виде; отображения информации с камер видеонаблюдения; управление устройствами, расположенными на графическом плане предприятия; проведения процедуры верификации при контроле доступа; автоматического отображения информации с камер видеонаблюдения и указания на мнемосхеме помещения, где произошло событие в случае возникновения тревожной ситуации.
- **«Выбор событий центрального поста»** – предназначен для определения устройств и типов событий, информация о которых отображается на каждом конкретном посту охраны.
- **«Журнал центрального поста»** – предназначен для просмотра данных о событиях на объектах и о фактах предъявления карт доступа считывателям, контролируемым в режиме верификации.

PERCo-SM14 «Дизайнер пропусков»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM14 «Дизайнер пропусков»** состоит из одного раздела, и предназначен для организации АРМ сотрудника бюро пропусков, занимающегося подготовкой шаблонов и печатью пропусков сотрудников и посетителей предприятия. Это позволяет автоматизировать работу по оформлению постоянных и временных пропусков. Предусмотрена возможность печати двухсторонних пропусков.

PERCo-SM15 «Прозрачное здание»



Примечание:

Для работы сетевого модуля **PERCo-SM15 «Прозрачное здание»** требуется установка сервера видеоподсистемы и расширенной версии раздела **«Конфигуратор»**, входящего в модуль **PERCo-SM01 «Администратор»**.

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM15 «Прозрачное здание»** состоит из одного раздела и предназначен для организации АРМ руководителя или сотрудника ведущего контроля выполнения сотрудниками производственных задач на рабочих местах с целью повышения трудовой дисциплины. Модуль позволяет выводить на монитор кадры с камер видеоподсистемы, просматривать видеосервис.

PERCO-SM16 «Кафе»

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM16 «Кафе»** предназначен для организации учета безналичных и наличных расчетов оплаты питания персонала с использованием бесконтактных карт доступа на предприятиях, имеющих подразделения служебного питания (кафе, столовые, буфеты и т.п.). Модуль **«Кафе»** позволяет учитывать различные схемы льгот и компенсаций питания сотрудников. В состав модуля входят следующие разделы:

- **«Блюда и меню»** – предназначен для создания и хранения полного списка блюд кафе, и формирования текущего меню на его основе.
- **«Касса»** – предназначен для организации АРМ кассира кафе и позволяет производить идентификацию сотрудника по карте доступа; формировать заказ из выбранных сотрудником блюд на основе текущего меню; рассчитывать стоимости заказа с учетом льгот и компенсаций; выбирать способ оплаты и производить расчет с сотрудником.
- **«Отчеты»** – предназначен для формирования отчетов по расчетам с сотрудниками и количеству и ассортименту проданных блюд.
- **«Справочники»** – предназначен для ведения справочников схем оплаты питания, графиков посещения кафе и предприятий общественного питания.

Управление техническими системами

PERCo-SM17 «АТП» (Автотранспортная проходная)



Примечание:

Для работы сетевого модуля **PERCo-SM17 «АТП»** требуется установка сервера видеоподсистемы и расширенной версии раздела **«Конфигуратор»**, входящего в модуль **PERCo-SM01 «Администратор»**.

Модуль сетевого ПО **PERCo-SM17 «АТП»** предназначен для организации работы автотранспортной проходной (АТП), построенной на базе контроллера **PERCo-ST/L04**. Система АТП предназначена для использования на предприятиях (в организациях), которые располагают собственной территорией с контролируемыми въездами/выездами для автотранспортных средств. Состоит из следующих разделов:

- **«АТП: Транспортные средства»** – предназначен для ввода данных о ТС сотрудников и служебных ТС; выдачи карт доступа, назначения им прав доступа.
- **«АТП: Отчеты»** – предназначен для составления отчетов, основанных на анализе событий, регистрируемых контроллерами, о времени, проведенном ТС на территории или вне территории предприятия (организации).
- **«АТП: Верификация»** – позволяет организовать АРМ сотрудника службы безопасности для проведения процедуры верификации.
- **«АТП: Журнал верификации»** – предназначен для просмотра событий о фактах предъявления карт доступа к считывателям, которые контролируются разделом **«АТП: верификация»**.

Кроме этого при установке модуля **«АТП»** в разделе **«Доступ посетителей»** модуля **PERCo-SM03 «Бюро пропусков»** появляется возможность вводить данные о транспортном средстве посетителя.

9 ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТНЫМ И ПРОГРАММНЫМ СРЕДСТВАМ

Для работы сетевого ПО (серверов и АРМ) и локального ПО необходим ПК, отвечающий следующим минимальным техническим требованиям:

- Процессор: *Intel Core i3* (с частотой не менее 3.6 ГГц).
- Оперативная память: 4 Гб.
- Объем дискового пространства: 500 Гб.
- Видеокарта и монитор с разрешением не менее 1024×768 пикселей.
- Устройство чтения DVD-дисков (для установки ПО с дистрибутивного DVD-диска).
- Клавиатура и манипулятор «мышь».
- Сеть: *Ethernet 10-BaseT, 100-BaseTX*.

Система поддерживает работу со следующими моделями GSM-модемов с USB интерфейсом:

- *MegaFon Huawei Modem: E1550, E173, E1820, E367;*
- *MTC Huawei Modem: E171, E156G;*
- GSM модем *TELEFIS RX101-R USB GPRS (Telit)*.



Примечание:

Список поддерживаемых системой SMS-провайдеров для отправки SMS-сообщений размещен на сайте компании **PERCo**, по адресу www.percor.ru, в разделе **Главная > Поддержка > ПО**.

Для работы сетевого ПО (серверов и АРМ) и локального ПО на ПК должна быть установлена лицензионная версия ОС семейства *Microsoft Windows*.

- Рекомендована к использованию версия ОС *Windows 7 Pro*.
- Возможно использование ОС *Windows 8.x, Windows 10, Windows Server 2003 SP2, 2008, 2008 R2, 2012, 2012 R2*.
- Возможно, но не рекомендовано использование ОС *Windows: XP SP3*.

Для серверов системы и видеоподсистемы допустимо использование 64-битных версий ОС.

Лекция

по теме 3.1.1. Анализ промышленного процесса как объекта управления

ВОПРОСЫ

1. Выбор технологических переменных.
2. Определение структуры системы автоматического управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барашко О.Г. Автоматика и автоматизация производственных процессов. Практические занятия. Минск – 2011. 88с. (5-16).

1. Выбор технологических переменных

Любые действия по автоматизации того или иного промышленного процесса должны начинаться с его *анализа как объекта управления*, т. е. нахождения эффективных каналов воздействия на важные технологические переменные, количественно характеризующие качество полуфабриката или конечного продукта.

Алгоритм анализа состоит из двух основных шагов:

1. Выбор технологических переменных, адекватно характеризующих протекание процесса и, соответственно, подлежащих контролю и регулированию. Базируется на схеме материальных (энергетических) потоков и их информационных (технологических) переменных (см. 1.1);

2. Определение структуры системы автоматического управления (САУ) или их набора. Основано на выявлении взаимных влияний (для введения обратных связей) ранее выбранных переменных (шаг 1), т. е. каналов «управляющее воздействие-переменная, характеризующая качество полуфабриката или конечного продукта». Базируется на структурной схеме САУ (см. 1.2).

В результате их выполнения составляется схема анализа технологического процесса как объекта управления, состоящая из двух тесно взаимосвязанных между собой схем: схемы материальных потоков и их информационных переменных и структурной схемы САУ. Они приводятся на одном рисунке друг под другом, в одном масштабе, чтобы были четко видны технологические потоки и решения по автоматизации.

На рис 1.1 приведен внешний вид схемы анализа процесса сушки в кипящем слое как объекта управления. Основной материальный поток выделен точеной заливкой. Обратите внимание на важный концептуальный момент - при накладывании друг на друга (показано тонкой дугообразной стрелкой) схема материальных потоков и их информационных переменных совпадает со структурной схемой САУ, т. е. технология виртуально совмещается с автоматикой. Такое совмещение позволяет технологу (механику) увидеть воздействие контуров автоматического управления на основе обратной связи, а автоматчику - лучше понять происходящие технологические превращения или функционирование аппарата (устройства). Вот почему необходимо располагать эти схемы друг под другом и в одном масштабе. На

Управление техническими системами

схеме материальных потоков и их информационных переменных объект управления подписывается как аппарат (устройство), на структурной схеме САУ - как процесс, что обычно принято в автоматике.

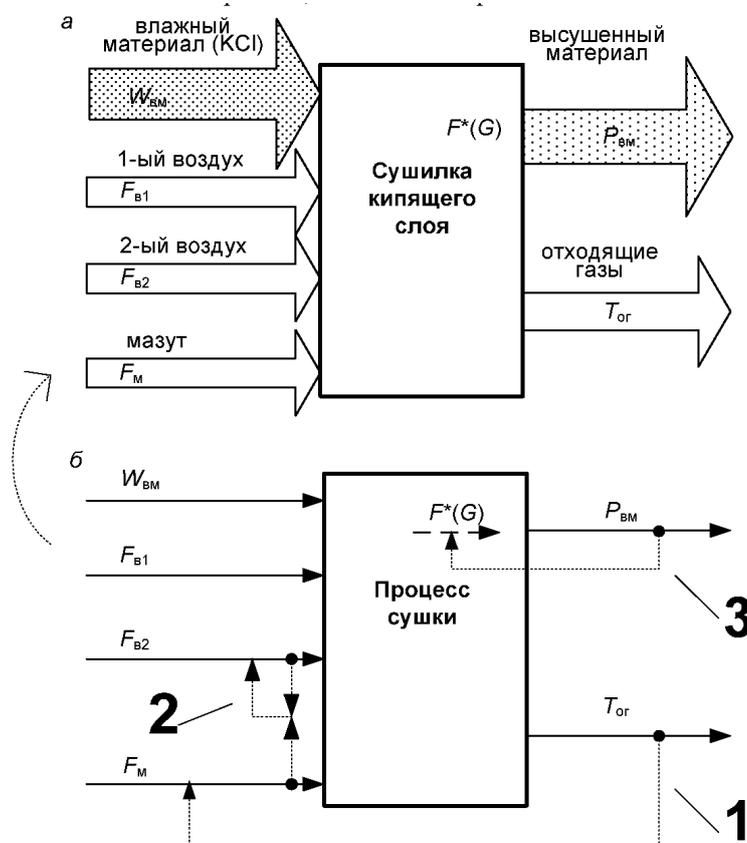


Рис. 1.1. Схема анализа процесса сушки в кипящем слое как объекта управления:
 а) схема материальных потоков и их информационных переменных
 б) структурная схема САУ. Состоит из набора трех локальных систем автоматического управления (три контура обратной связи): первая (основная) – стабилизация температуры отходящих газов $T_{ог}$ путем изменения расхода мазута $F_{м}$, вторая – стабилизация соотношения расходов «мазут $F_{м}$ – вторичный воздух $F_{в2}$ », третья – стабилизация давления $P_{вм}$ в трубопроводе, отводящем высушенный материал путем изменения его расхода $F(G)$ – ; а также систем автоматического контроля массы влажного материала $W_{вм}$ и расхода первичного воздуха $F_{в1}$

1.1. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Схема материальных (энергетических) потоков и их информационных (технологических) переменных. Аргументированный выбор необходимых для автоматизации процесса технологических переменных удобно проводить на основе схемы материальных (энергетических) потоков и их информационных (технологических) переменных.

На ней промышленные аппараты (механизмы) изображаются прямоугольниками, а для каждого потока (входного, выходного, внутри аппарата) определяются присущие только ему специфические технологические переменные, в дальнейшем именуемые информационными переменными (температура, давление, расход, концентрация, влажность, масса, скорость, уровень, положение и т. д.).

Требования к выбору информационных переменных для схемы материальных (энергетических) потоков. Предполагают определенные условия включения в систему автоматического управления:

- число информационных переменных должно быть минимальным для каждого материального потока, но достаточным для полного представления о ходе протекания технологического процесса;
- информационная переменная должна измеряться реально, а не на бумаге, т. е. иметь соответствующий промышленный датчик (см. 1.3) с требуемыми диапазоном измерения, точностью и надежностью. Если это невозможно, то бессмысленно включать такую информационную переменную в структуру системы автоматического управления помня одну из базовых аксиом автоматики: то, что мы не можем измерить, тем мы не можем управлять.

Из последней ситуации есть выход - заменить важную информационную переменную не имеющую технических средств изменения (или работающих недостаточно надежно) другой, косвенно ее характеризующей.

Например, измерение напрямую влажности материала M в потоке при его сушке всегда представляло собой непростую измерительную проблему, в то время как измерение температуры T , косвенно ее характеризующую, может быть с успехом применено. В такой ситуации для многих аппаратов сушки доказано, что если температура в аппарате будет стабильно поддерживаться, то высока вероятность того, что влажность материала тоже будет в диапазоне, определенном технологическим регламентом.

Описание процесса на основе схемы материальных (энергетических) потоков как объекта управления. Следует начать с конкретного (обязательно с цифрами) определения технологической цели процесса, которая в дальнейшем должна быть увязана с целью управления (см. 1.2).

Целью процесса (*конкретизировать процесс*) является получение /смешивание, разделение, сушка, дробление, очистка и т. д. и т. п.1 продукта /полуфабриката/ с заданными характеристиками (*конкретизировать не только характеристики, т. е. информационные переменные, но и их численные значения*).

Например:

Целью процесса прессования является получение бумажного полотна влажностью $M_{бп} = 60-62\%$.

Управление техническими системами

Такая конкретизация позволяет в дальнейшем четко сформулировать задание промышленному контроллеру - поддерживать (стабилизировать) влажность бумажного полотна в диапазоне $M_{бп} = 60-62\%$.

Далее осуществляется сжатое (чем короче, тем лучше) описание процесса с точки зрения входных и выходных материальных (энергетических) потоков, потоков внутри аппарата (субстанция и т. п.) и их преобразований в аппарате относительно друг друга, с указанием численных значений (диапазона) информационных переменных, характеризующих рассматриваемые потоки. При описании следует отслеживать взаимные воздействия выбранных входных, внутренних и выходных информационных переменных процесса, что позволит обоснованно построить структурную схему системы управления (см. 1.2). В описании необходимо обязательно указать среднее время пребывания компонентов (частиц) в каждом аппарате.

Текст описания должен быть кратким, логичным, понятным и однозначным.

Типичные ошибки описания:

- непоследовательность изложения: описание потоков (и соответствующих им информационных переменных) появляется хаотично в любой последовательности, в то время как оно должно быть подчинено ритму «слево-направо», т. е. они поступают, преобразовываются и выходят из аппарата;
- перегруженность специальной терминологией, отвлекающими нюансами технологии (например, «алюминиевые наконечники ромбовидной формы», «27 щелевидных тарелок» и т. п.). Такие обороты уместны при описании технологии, но т. к. при автоматизации она подразумевается постоянной, т. е. мы не можем изменить форму аппарата или его устройство, то все не относящиеся к делу подробности желательно опустить;
- отсутствие единообразия терминологии: материальный поток именуется то «высушиваемые изделия», то «влажный материал», то «таблетлируемые брикеты», что приводит к путанице уже на схемах с несколькими аппаратами, не говоря о многосвязных реальных системах;
- отсутствие в тексте ссылок на исполнительные механизмы (двигатели М), буквенных обозначений информационных переменных и их численных значений.

Графические обозначения на схеме материальных (энергетических) потоков. Входные и выходные материальные потоки показываются объемной стрелкой, подчеркивающей их «материальность» и сверху подписываются (например, «греющий пар», «связующее», «воздух» и т. п.). Внутри стрелки записываются

Управление техническими системами

те информационные переменные, которые характеризуют протекание технологического процесса. При необходимости к потокам добавляются исполнительные механизмы - двигатели (M1 и M2), приводящие в действие соответствующие регулирующие органы (например, насос, вентилятор, транспортер и т. п.) (рис. 1.2).

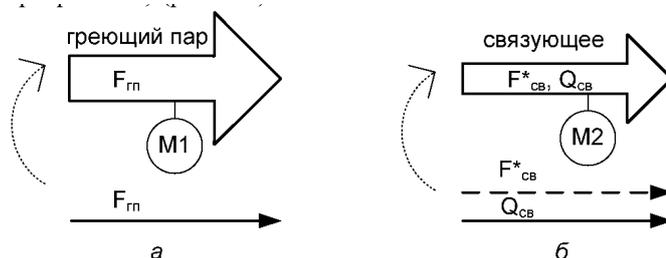


Рис. 1.2. Обозначение а) материального потока (греющий пар) с одной информационной переменной (расход греющего пара $F_{гр}$) и собственно информационной переменной $F_{гр}$ на структурной схеме б) материального потока (связующее) с двумя информационными переменными (расход связующего $F^*_{св}$ и его концентрация $Q_{св}$) и собственно двумя информационными переменными $F_{гр}$, $Q_{св}$ на структурной схеме. Штрихпунктирная линия говорит о том, что хотя расход связующего не измеряется (его виртуальность отмечена добавлением значка * к буквенному обозначению), однако его требуется учесть на структурной схеме САУ в связи с тем, что он будет замыкать контур обратной связи

В свою очередь, каждый входной и выходной материальный (энергетический) поток, а также субстанция внутри объекта управления, характеризуются собственными информационными переменными, которые в дальнейшем используются при составлении структурной схемы САУ (см. 1.2). Там они показываются простой тонкой стрелкой (подчеркивающей их «не материальность», а «информативность») с добавлением буквенного обозначения информационной переменной. Обозначения переменных даются в соответствии с принятыми при проектировании функциональных схем автоматизации (первая позиция в обозначении):

D - плотность;

E - любая электрическая величина;

F - расход;

G - размер, положение, перемещение;

H - ручное воздействие;

K - время или временная программа;

L ~ уровень;

M - влажность,

P - давление или вакуум;

Q - величина, характеризующая качество (состав, концентрацию и т. п., например

Q^{pH} - собственно, pH; $Q^{H_2SO_4}$ - концентрация серной кислоты);

R - радиоактивность;

S - скорость или частота;

T - температура;

U - несколько разнородных измеряемых величин;

V - вязкость;

W - масса;

X - не рекомендуемая резервная буква.

Количество информационных переменных, характеризующих тот или иной материальный поток в каждом конкретном случае может меняться в зависимости от их способности адекватно характеризовать процесс.

Например, поток жидкости на входе в объект управления (т. е. технологический аппарат) может характеризоваться следующими информационными переменными: расходом F и концентрацией Q (рис. 1.3, а). В других процессах к ним могут прибавиться, например, температура T и/или давление P , а концентрация Q , наоборот, исчезнуть (рис. 1.3, б).

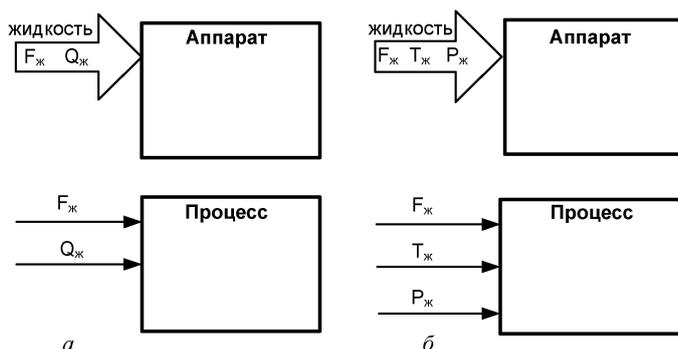


Рис. 1.3. Схемы а) входного материального потока (жидкости) с двумя (F – расход и Q – концентрация) и б) тремя (F – расход, T – температура и P – давление) информационными переменными и отображение информационных переменных на структурной схеме САУ

Размеры материальных стрелок (их «объемность») произвольны, но если материальные потоки сильно отличаются по своим расходам, то уместно хотя бы приблизительно учесть эти пропорции (рис. 1.4). Данный прием значительно увеличивает читаемость схемы.

Управление техническими системами

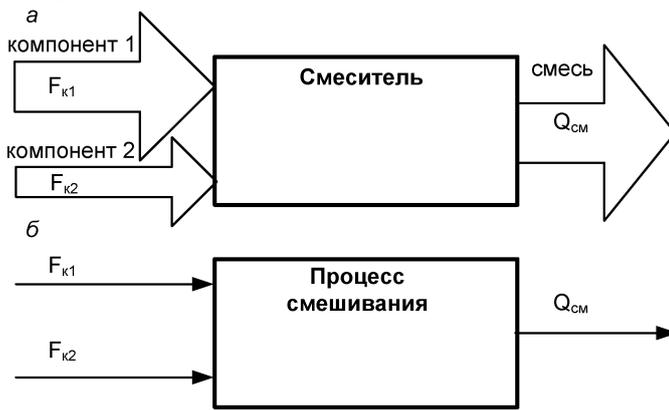


Рис. 1.4. а) схема материальных потоков и их информационных переменных процесса смешивания, б) отображение информационных переменных на структурной схеме САУ. Подаваемый в смеситель компонент 1 явно больше по расходу компонента 2, что соответственно должно учитываться на размере материального потока (стрелки) полученной смеси, как суммы потоков двух компонентов

Конечным результатом является схема материальных (энергетических) потоков и их информационных переменных, адекватно характеризующих протекание процесса и, соответственно, важных с точки зрения контроля и управления (рис. 1.5). Стрелки материальных потоков должны быть направлены слева направо (система «вход-выход»).

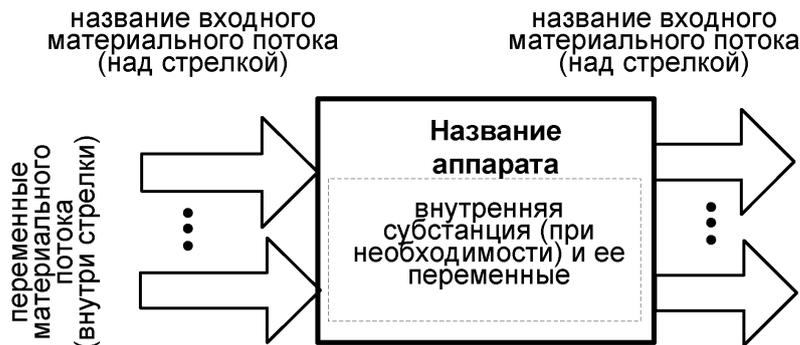


Рис. 1.5. Обобщенная схема материальных потоков и их информационных переменных

Это очень абстрактная и обобщенная схема, поэтому при необходимости, она может быть дополнена (см. Приложение 1):

- ❖ внутренними конструктивными узлами (с указанием характерных информационных переменных), особыми зонами и т. д. для получения представления, с точки зрения управления, о происходящих внутри аппарата/агрегатами процессах;
- ❖ аппаратами, имеющими с ним существенную технологическую связь и/или поясняющими его функционирование.

1.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Структурная схема САУ. Базируется на схеме материальных потоков и их информационных переменных и позволяет аргументировано ввести обратные связи для соответствующих контуров регулирования САУ (температуры, давления, расхода, уровня, скорости, концентрации и т. д.), компенсирующих влияние возмущений.

На ней технологические процессы изображаются прямоугольниками (внутри указывается название процесса), а информационные переменные берутся непосредственно из схемы материальных потоков и их информационных переменных.

Для определения структуры САУ (или их набора) выявляются:

- взаимные воздействия ранее выбранных входных, внутренних и выходных информационных переменных процесса, что позволяет выбрать наиболее чувствительные каналы;
- точки введения управляющих воздействий и каналы их прохождения по технологическому аппарату (объекту управления), что позволяет выбрать наиболее «короткие» контуры управления.

При этом обязательно конкретизируется цель процесса управления, которая должна быть согласована (связана) с технологической целью процесса (см. 1.1):

Цель управления: стабилизация технологической переменной (выходной, внутренней, входной) (*конкретизировать*), путем изменения (входной, внутренней, выходной) переменной (*конкретизировать*).

Например:

Целью управления процессом прессования бумажного полотна является стабилизация его влажности ($M_{\text{он}} = 60-62\%$), путем изменения расхода водовоздушной смеси из камеры отсасывающего вала.

Главное не забывать, что технологический процесс должен рассматриваться как объект управления, т. е. показаны возможности целенаправленного управляющего воздействия на важные переменные, характеризующие качество полуфабриката или конечного продукта.

Такое управляющее воздействие на практике осуществляется регулирующим органом - устройством, непосредственно воздействующим на объект управления путём изменения количественных и качественных характеристик материальных (энергетических) потоков (вентили, клапаны, дозаторы, насосы, транспортеры,

Управление техническими системами

шнеки, вентиляторы, заслонки, шиберы, прижимные вальцы, каландры, ТЭНы, пилы, фрезы, шлифовальная лента и т. п.)

Главной чертой любых схем автоматизации является наличие *обратной связи* (рис. 1.6, показана пунктирной линией со стрелкой), позволяющей стабилизировать важную технологическую переменную, характеризующую работу аппарата, путем изменения входных, выходных или внутренних переменных. Обязательно обратите внимание на контур обратной связи в САУ!



Рис. 1.6. Обозначение обратной связи на структурных схемах САУ

Структурные схемы одноконтурных САУ. Данные схемы регулирования (стабилизации) получили широкое распространение. Строятся на основе САУ по отклонению и включают один контур регулирования (расхода, уровня, температуры, давления, концентрации и т. д.).

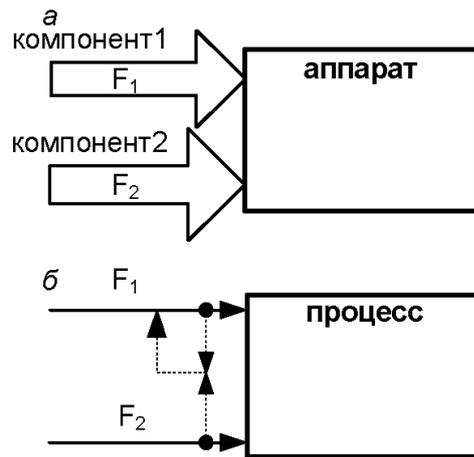
Пример 1.1. Стабилизация потока жидкости или газа (в трубе) или потока сыпучего материала путем изменения их расхода F . Может осуществляться как на входе, так и на выходе технологического аппарата.



а) схема материальных потоков и их информационных переменных
б) структурная схема САУ расходом. Обратная связь выделена пунктирной линией со стрелкой

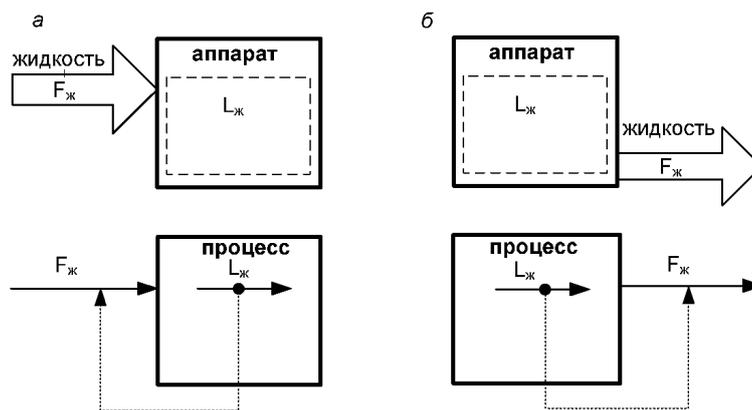
Пример 1.2. Стабилизация соотношения двух потоков (компонентов - расход F_1 и расход F_2) в определенной пропорции (изменением расхода F_1). Применяется при приготовлении смесей и композиций.

Управление техническими системами



а) схема материальных потоков и их информационных переменных
 б) структурная схема САУ соотношением двух потоков

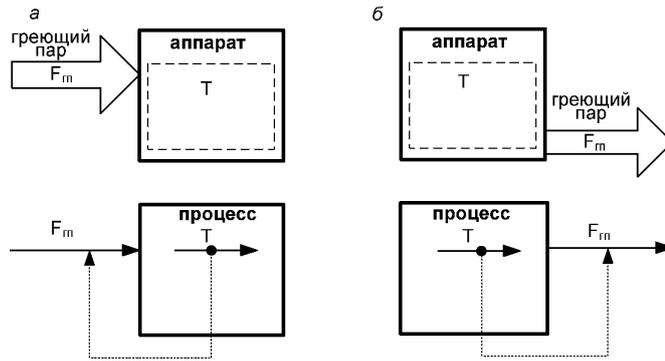
Пример 1.3. Варианты регулирования уровня жидкости $L_{ж}$ в аппарате ($L_{ж}$ может характеризовать внутреннюю субстанцию в емкости, баке и т. и.) путем изменения ее расхода $F_{на}$ входе (а) и выходе (б).



а) схема материальных потоков и их информационных переменных совместно со структурной схемой САУ уровня входным потоком б) то же, но выходным потоком

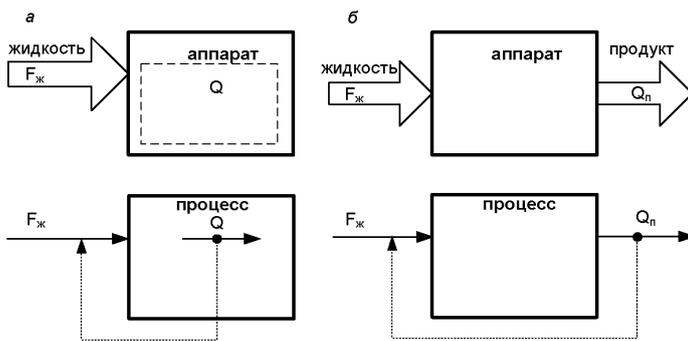
Пример 1.4. Регулирование переменной (температура T , характеризующая внутреннюю субстанцию в аппарате) с помощью изменения входной (а) или выходной (б) переменной - греющего пара (расход $F_{гп}$). В качестве входного (выходного) потока может служить также подогревающая или охлаждающая жидкость.

Управление техническими системами



а) схема материальных потоков и их информационных переменных совместно со структурной схемой САУ температурой внутри аппарата входным потоком б) то же, но выходным потоком

Пример 1.5. Регулирование переменной (концентрация Q , характеризующая внутреннюю субстанцию в аппарате) с помощью изменения входной переменной - жидкости (расход $F_{ж}$). В качестве входного потока могут служить различные жидкие компоненты (связующее, клей, эмульсия и т. п.). Аналогично строятся системы регулирования плотностью D и pH ($Q = pH$).

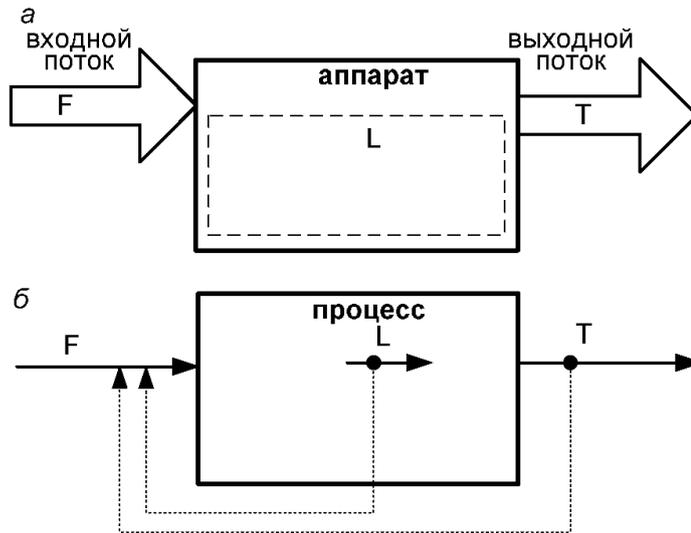


а) схема материальных потоков и их информационных переменных совместно со структурной схемой САУ концентрацией внутри аппарата входным потоком б) то же, но на выходе из аппарата

Структурная схема каскадной САУ.

Пример 1.6. Регулирование выходной переменной (температура T) через промежуточную (уровень L) с помощью входной переменной (расход F) (каскадная система управления)

Управление техническими системами



а) схема материальных потоков и их информационных переменных
 б) структурная схема САУ температурой внутри аппарата

Структурная схема комбинированной СА У.

Структурная схема инвариантной СА У.

Структурная схема многосвязной СА У.

Таблица переменных, подлежащих контролю и регулированию.

На основании проведенного анализа промышленного процесса как объекта управления составляется таблица, включающая характеристики переменных, подлежащих контролю и регулированию (номинальное значение, диапазон измерения, точность), а также способ учета (контроль, регулирование. Признак наличия «+», признак отсутствия «-»).

Структура таблицы имеет вид.

Технологическая переменная	Номинальное значение, диапазон измерения, точность	Контроль	Регулирование
		+ или -	+ или -

Лекция

по теме 3.2.1. Выбор комплекса технических средств автоматизации

ВОПРОСЫ

1. Выбор первичных измерительных преобразователей (датчиков).
2. Выбор вторичных измерительных преобразователей.

Управление техническими системами

3. Выбор промежуточных преобразователей.
4. Выбор автоматических регуляторов (промышленных контроллеров).
5. Выбор исполнительных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барашко О.Г. Автоматика и автоматизация производственных процессов. Практические занятия. Минск – 2011. 88с. (16-25).

1. Выбор первичных измерительных преобразователей (датчиков)

Задача выбора комплекса технических средств (КТС) автоматизации заключается в сравнении разных вариантов систем по техническим, экономическим и эксплуатационным показателям. Исходными данными для выбора КТС является:

- общая характеристика разрабатываемой САУ (требования к качеству контроля и управления) и условий ее эксплуатации;
- стоимость;
- опыт создания и эксплуатации аналогичных систем.

Условия работы САУ определяются данными о контролируемой и внешней среде, протяженностью линий связи. Требования к качеству контроля и регулирования включают основные метрологические данные средств измерений: порог чувствительности, быстродействие, надежность. Обычно требования к классу точности измерительных комплексов для промышленных систем составляют 0,25-1,5, к порогу чувствительности — 0,05- 0,1% диапазона измерений, к быстродействию — не более 16 с.

Типовая САУ состоит из ряда базовых элементов - объекта управления (ОУ) и системы управления (СУ): (рис. 2.1.):

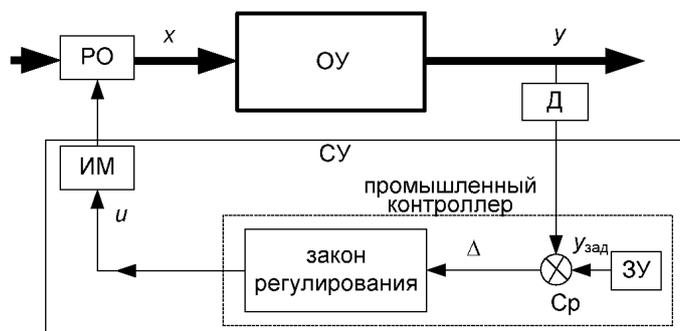


Рис. 2.1. Структурная схема САУ с основными базовыми элементами

Д – датчик (воспринимающее устройство, первичный преобразователь, сенсор) – устройство, преобразующее физическую величину (например, температуру T , давление P , расход F , концентрацию Q ,

Управление техническими системами

массу W , скорость S и т.д.) в сигнал, удобный для передачи (электрический, гидравлический, пневматический, механический).

СУ - система управления (на практике реализуются в виде **промышленного контроллера** (PLC - Programmer Logic Controller). Обычно в нем предусмотрены функции задания, сравнения и формирования алгоритма (закона) регулирования:

ЗУ (задающее устройство) - служит для установления заданного значения $u_{зад}$ управляемой переменной u . Установка производится: а) вручную, б) автоматически.

Ср (сравнивающее устройство) - сравнивает (обычно это операция вычитания, т.е. отрицательная обратная связь) текущее u и заданное значение $u_{зад}$ технологической переменной. В результате на его выходе формируется сигнал рассогласования A .

Ус /при необходимости/ (усилительное устройство) - усиливает мощность сигнала рассогласования A . Применяются электронные, гидравлические, пневматические, магнитные усилители.

Закон регулирования - на основании программы внутри PLC формируется определенный закон регулирования.

ИМ - исполнительный механизм. Обычно это силовое устройство с достаточно большой мощностью (двигатели электрические, гидравлические, пневматические, электромагнитные, поршневые устройства, муфты).

РО - регулирующий орган, механическое устройство, непосредственно воздействующее на ОУ путём изменения количественных и качественных характеристик материальных и энергетических потоков (вентили, клапаны, дозаторы, насосы, транспортеры, шнеки, вентиляторы, заслонки, шиберы, прижимные вальцы, каландры, ТЭНы, пилы, фрезы, шлифовальная лента и т. и.).

В ряде систем управления ИМ и РО отсутствуют, и регулирование переменных промышленного процесса выполняется без помощи механических устройств (ток, напряжение).

Выбор элементов системы автоматического контроля осуществляют в следующей последовательности: первичный измерительный преобразователь (ИП), линия связи, вторичный измерительный преобразователь.

1. Выбор первичных измерительных преобразователей (датчиков)

Выбор первичных ИП зависит от характеристики среды, которую нужно контролировать, диапазона измерений контролируемого воздуха и других метрологических и эксплуатационных характеристик. При этом необходимо иметь в виду, что

Управление техническими системами

использование радиоактивных, высокочастотных и ультразвуковых приборов требует тщательного анализа возможности влияния излучения на обслуживающий персонал и качество изготавливаемой продукции. При выборе диапазона измерений и материала, из которого сделан преобразователь, должны учитываться условия их нормальной работы.

Выбор линии связи в основном определяется видом энергии, расстоянием, на которое необходимо передать сигнал, и окружающей средой.

2. Выбор вторичных измерительных преобразователей

Выбор вторичных преобразователей выполняется по классу точности, динамическим свойствам, габаритам, количеству измеряемых величин, виду шкал, характеристикам выполнения (нормальным, тропическим, искробезопасным); характеру отсчета измеряемой величины (цифровой, аналоговый, дискретно-аналоговый).

Для контроля наиболее важных показателей технологического процесса используют показывающие приборы, которые позволяют восстановить ход процесса за определенный интервал времени, оценить влияние возмущений на окончательный итог и повысить эффективность расчета технико-экономических показателей работы отдельных участков и цехов.

Нежелательно объединять в одном СИ величины, которые характеризуют работу разнотипных агрегатов или оснащения, которое последовательно размещено в технологическом процессе. Показывающие СИ используют для оперативного визуального контроля, а также эпизодического контроля второстепенных параметров.

В настоящее время широко применяются в качестве вторичных СИ микропроцессорные измерители с универсальными входами для подключения широкого спектра датчиков температуры (сопротивления, термопар), а так же вторичные датчики с унифицированными выходными сигналами (0-5 мА; 0-20 мА, 4-20 мА). Эти СИ исполняют преобразование сигнала датчика для индикации реальной значимости физической величины, индикацию измеренных величин на встроенных индикаторах, имеют удобное меню для программирования СИ кнопками на его панели.

Также они позволяют регистрировать контролируемые параметры на контроллере через адаптер по интерфейсу RS-232 или RS-495. Некоторые из этих контроллеров осуществляют сигнализацию о выходе контролируемых величин за заданные границы, а так же об обрыве или коротком замыкании датчика.

Микропроцессорные измерители выпускаются в одна-, двух- и многоканальном исполнении.

Управление техническими системами

Применяются также микропроцессорные вторичные преобразователи, предназначенные для накопления (архивирования) в энергозависимой памяти, сохранения и отображения информации о состоянии 6 технологичных параметров с выдачей сигналов на монитор (тип МТМ-РЕ-160-01).

3. Выбор промежуточных преобразователей

Промежуточные преобразователи предназначены для преобразования сигнала одного вида в другой. Их используют для согласования входных и выходных сигналов отдельных устройств.

Предварительно входные и выходные промежуточные преобразователи выбирают по классификационным характеристикам (по виду сигналов), а затем по техническим характеристикам окончательно выбирают тип преобразователя.

Например, по условиям окружающей среды датчик имеет выходной пневматический сигнал. Для его связи с электрическим вторичным прибором или регулятором, который установлен на щите управления, необходимо применять входной пневмоэлектрический преобразователь.

Так же для связи пневматического исполнительного механизма, установленного на объекте, с электрическим регулятором или контроллером, который находится на щите управления, необходимо применять электропневмопреобразователь.

4. Выбор автоматических регуляторов (промышленных контроллеров)

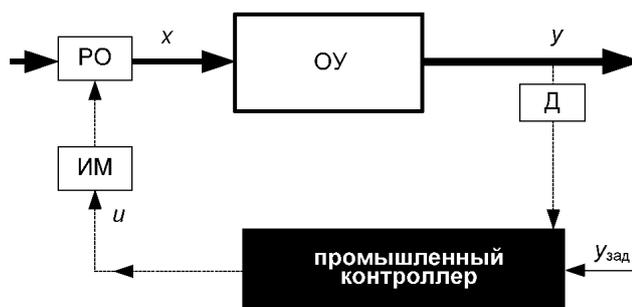


Рис. 2.3. Расположение промышленных контроллеров в структурной схеме САУ

Технические средства систем автоматического регулирования выбирают после определения КТС для систем управления более высокого уровня, т. е. системы управления участком, линией или цехом. Для правильного выбора элементов САУ необходимо иметь: характеристику объекта управления (ОУ) и основных возмущений; свойства окружающей среды; необходимость дистанционной передачи информации от измерительных преобразователей к вторичным приборам и от регулятора к исполнительному механизму; требования к точности, качеству переходного процесса и надежности работы.

Управление техническими системами

Регулирующий орган (РО), как и ИП, при анализе технической структуры САР обычно относят к ОУ. При этом выходной величиной объекта является сигнал ИП, а управляющим воздействием — перемещение РО, измеряемое в процентах его хода. Для удобства расчетов возмущений, которые действует на ОУ, сводят к одному из трех наиболее распространенных видов: скачкообразное, импульсное (пиковое) или монотонно нарастающее и измеряют в процентах хода РО. Потом подбирают перемещение РО, которое оказывает на ОУ воздействие, эквивалентное аппроксимированному возмущению.

Для обоснования выбора регулятора необходимо знать свойства заданного объекта регулирования, которые в основном определяются его динамической характеристикой. Когда этих сведений недостаточ-

но или они отсутствуют, выбор регуляторов осуществляется по аналогии с САР, которые действуют на основании ориентировочных данных о свойствах объекта, учитывая следующие рекомендации.

Тип регулирующего воздействия предварительно выбирают по значимости относительного запаздывания t / T : при $t / T > 0,5-1,0$ — импульсный; при $0 < t / T < 0,2$ — позиционный (релейный); при $t / T > 0,2$ — непрерывный. Помимо того:

Импульсные регуляторы целесообразно использовать в объектах без большого запаздывания, при средней емкости объекта, при постоянной или незначительно изменяющейся нагрузке;

Двухпозиционные регуляторы можно применять в объектах без большого запаздывания, при большой емкости, когда нагрузка постоянна или изменяется незначительно;

И-регуляторы используют для объектов с самовыравниванием с небольшим запаздыванием, при малой или большой емкости и при нагрузке, которая изменяется медленно;

П-регуляторы можно применять в основном для одноемкостных объектов с самовыравниванием с небольшим запаздыванием и при небольших изменениях (колебаниях) нагрузки;

ПИ-регуляторы используют в объектах с любой емкостью, с большим запаздыванием, при больших и медленных изменениях нагрузки;

ПИД-регуляторы используют в объектах с любой емкостью, с очень большим запаздыванием при больших и резких изменениях нагрузки.

Управление техническими системами

В настоящее время широкое применение получили микропроцессорные измерители-регуляторы разных типов. Они имеют универсальные входы для подключения широкого спектра датчиков температуры, давления, влажности и др., исполняют преобразование сигнала датчика для индикации реальной значимости физической величины.

Эти средства измерений имеют два цифровых индикатора на панели для контроля регулируемой величины и ее уставки (задания), меню параметров для программирования кнопками на панели прибора, встроенный интерфейс RS-485 для связи с компьютером с целью регистрации на нем данных.

Измерители-регуляторы осуществляют регулирование входной величины: двухпозиционное, трехпозиционное, аналоговое П-, ПИ- и ПИД-регулирование; дистанционное управление режимами работы средства измерения: запуском (приостановкой регулирования, переключением на управление от компьютера; сигнализацию о возникновении аварийных ситуаций при выходе регулируемой величины за заданные границы и обрыве в цепи регулирования). Они имеют аналоговые выходы (4-20 мА) для управления мощностью разных электрических преобразователей и дискретные — для управления электроприводами заслонок, клапанов.

Контроллеры выпускают в 1, 2-, и 8-канальном исполнении.

Типы некоторых микропроцессорных измерителей-регуляторов и их технические характеристики приведены в дополнении.

Для автоматизации химико-технологических процессов со значительным количеством параметров контроля и регулирования наиболее эффективным является применение микропроцессорных контроллеров, которые позволяют осуществлять все необходимые функции для управления сложными объектами.

5. Выбор исполнительных устройств

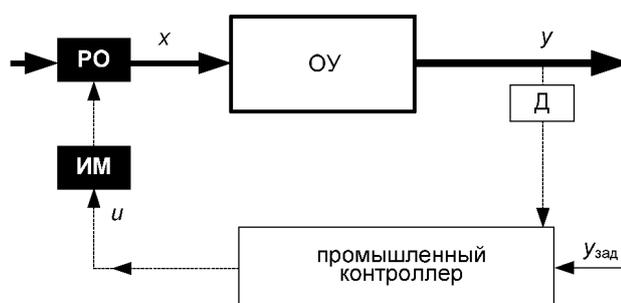


Рис. 2.4. Расположение исполнительных механизмов и регулирующих органов в структурной схеме САУ

Управление техническими системами

Исполнительное устройство выбирают с целью обеспечения следующих требований: соответствие принципу действия и конструкции устройства выполняемой задачи, регулируемой и окружающей средам; обеспечение необходимой скорости регулирования и линейности характеристики; обеспечение требуемой надежности и ресурса работы.

Исполнительное устройство состоит из регулирующего органа (РО), который непосредственно воздействует на процесс, и исполнительного механизма (ИМ), т. е. привода, который управляет РО.

Выбор необходимого РО определяется в основном свойствами среды, которая проходит через него, а также требуемой пропускной способностью.

Клапаны односедельные имеют простую конструкцию и одно седло, из-за чего на затвор действует нагрузка, которая создает противодействие его закрытию. Эти клапаны можно использовать для чистых, слабозагрязненных и вязких жидкостей.

Двухседельные клапаны обеспечивают полную разгрузку затвора и применяют их для чистых жидкостей, газов и пара. Они имеют условный проход от 15 к 300 мм.

Шланговые клапаны в качестве рабочего элемента имеют шланг из резины или пластмассы, которые пережимаются. Они используются для регулирования расходов сильнозагрязненной, агрессивной и волоконудерживающей среды, разных суспензий, шламов и т. д. Однако применение их ограничено: по температуре не более 80-90°C и по условному проходу — не более 150-200 мм.

Диафрагмовые клапаны обычно имеют корпус, футерованный резиной, пластмассой, фторопластом или эмалью, и диафрагму с тех же материалов. Эти клапаны применяют на загрязненных, агрессивных и волоконудерживающих растворах, шламах и суспензиях. Ограничение использования:

- по температуре: 60-130°C,
- по условному проходу: 15-150 мм.

Перекрывающие регулировочные органы применяют для самых разных сред, в том числе для суспензии концентрацией до 4%. Все перекрывающие РО неуравновешенны и требуют установки ИМ большой мощностью.

Шиберные (ножевые) затворы являются основной запорной арматурой для суспензий. Их изготавливают из обычной или кислотоустойчивой стали диаметрам до 500 мм, на давление до 0,4 МПа.

Управление техническими системами

Шаровые РО, в которых затвор представляет собой шар с прорезанным цилиндрическим отверстием, является наиболее надежными РО для суспензий.

В качества ИМ применяют электрические, пневматические и гидравлические приводы. Электрические ИМ представляют собой электроприводы, которые предназначены для перемещения РО в системах автоматического управления. Они состоят из следующих элементов:

- электродвигателя;
- редуктора, который понижает количество оборотов;
- выходного инструмента для механического сочленения с РО;
- дополнительных инструментов, обеспечивающих остановку механизма в крайних положениях, самоторможение при отключении электродвигателя, возможность ручного привода в случае выхода из строя системы автоматике или для настройки, обратную связь в автоматической системе управления, дистанционное показание и сигнализацию положения механизма.

Выходные инструменты электрических ИМ исполняют так, чтобы осуществить вращательное или прямолинейное движение. Механизмы с вращательными выходными инструментами могут быть однооборотными и многооборотными. Прямоходовые электрические ИМ предназначены для управления РО с прямолинейным перемещением.

Электрические ИМ подключают к автоматическим регуляторам через пусковые инструменты и блоки ручного управления.

На основании вышеизложенного выбирают типы приборов контроля и регулирования для каждой контролируемой и регулируемой технологической переменной и включают их в спецификацию, которую складывают по следующей форме (табл. 2).

Таблица 2

Спецификация приборов контроля и регулирования

Позиция на схеме	Параметр	Прибор	Тип прибора	Границы измерения	Техническая характеристика	Количество

Так как технические средства автоматизации непрерывно развиваются, то самые последние реализации следует искать в интернет- источниках.

Лекция

по теме 3.3.1. Разработка функциональных схем автоматизации

ВОПРОСЫ

1. Общая концепция.
2. Обозначения объектов управления, коммуникационных потоков, средств автоматизации, промышленных контроллеров и рабочих станций SCADA-систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барашко О.Г. Автоматика и автоматизация производственных процессов. Практические занятия. Минск – 2011. 88с. (25-41).

1. Общая концепция

Анализ промышленного процесса как объекта управления (**см. 1**) позволяет обоснованно построить функциональную схему автоматизации. Данная схема является основным технологическим документом, определяющим функциональную структуру и объем автоматизации технологических процессов.

Представляет собой чертеж, на котором условными обозначениями совмещены и изображены два «слоя» (рис. 3.1):

- 1) **технологический** - объекты управления (т. е. технологические установки, аппараты, агрегаты и т.п.) и связывающие их коммуникационные потоки (по сути это материальные потоки). Формируется на основе схемы материальных потоков и их информационных переменных;
- 2) **автоматизации** - средства автоматизации (датчики, приборы, вычислительные устройства, промышленные контроллеры и компьютеры и т.п.) с указанием связей между ними и технологическим оборудованием, а также связей между отдельными элементами автоматики. Формируется на основе структурной схемы САУ.

Управление техническими системами

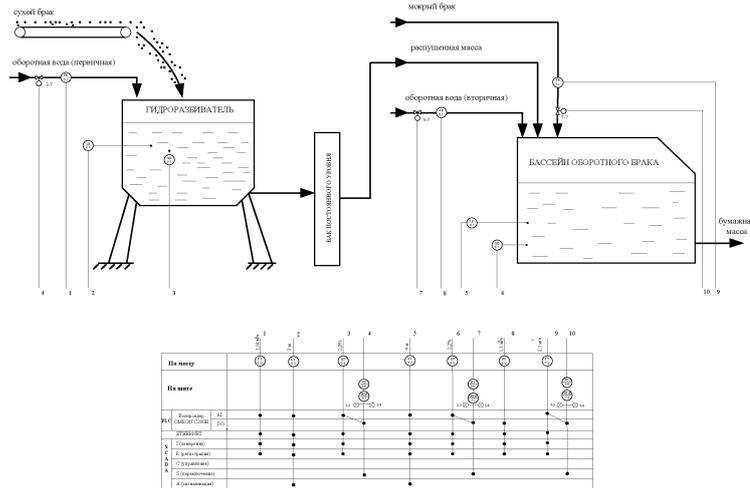


Рис. 3.1. Пример функциональной схемы автоматизации развернутым способом

2. Обозначения объектов управления, коммуникационных потоков, средств автоматизации, промышленных контроллеров и рабочих станций SCADA-систем

Обозначение объектов управления. При построении функциональной схемы автоматизации целесообразно располагать технологическое оборудование и оборудование для перемещения материальных потоков (трубопроводы для потоков газообразных и жидких веществ, различные транспортеры для потоков сыпучих и твердых материалов) так, как это происходит традиционно при чтении: «слева-направо» и «сверху-вниз».

Технологическое оборудование и оборудование для перемещения материальных потоков изображают упрощенно (контурно, без второстепенных конструктивных деталей, чтобы оно было «узнаваемо»), но с учетом их взаимного расположения с приборами и средствами автоматизации. Допускается в отдельных случаях изображение частей объекта в виде прямоугольников с наименованием этих частей. Возле изображения делают поясняющие подписи (наименование оборудования или его позиционное обозначение) (рис. 3.2).

Управление техническими системами

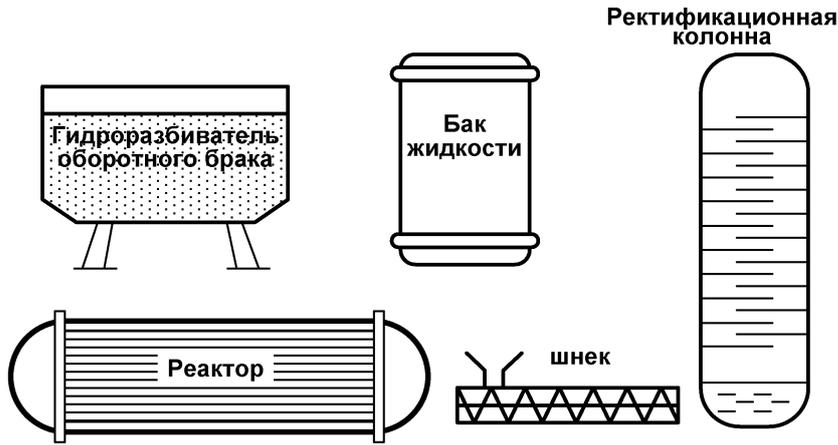


Рис. 3.2. Примеры отображения объектов управления (технологического оборудования и оборудования для перемещения материальных потоков) на функциональных схемах автоматизации

Обозначение коммуникационных (материальных) потоков и их регулирующих устройств. Для газообразных и жидких материальных потоков на трубопроводах и воздуховодах показывают только те регулирующие устройства (вентили, задвижки, заслонки, клапаны, запорные устройства и т.п.), которые участвуют в системе контроля в управления. На линиях трубопроводов ставят стрелки, указывающие направление потока вещества, желательно «слево-направо», т. е. от входа к выходу, даже если на технологической схеме они имеют другое направление (кроме того это, такие стрелки «приглашают» к чтению чертежа). Трубопроводы, идущие к конечным аппаратам и устройствам, в которых нет приборов и средств автоматизации, на схеме обрывают. На месте обрыва ставят стрелку и дают пояснение, например: (к фильтру) или (от насоса), (рис. 3.3, а).

Для сыпучих и твердых материальных потоков показывают только те регулирующие устройства (различные транспортеры: ленточные, скребковые, ковшовые, шнеки и т.п.), которые участвуют в системе контроля и управления (рис. 3.3, б)

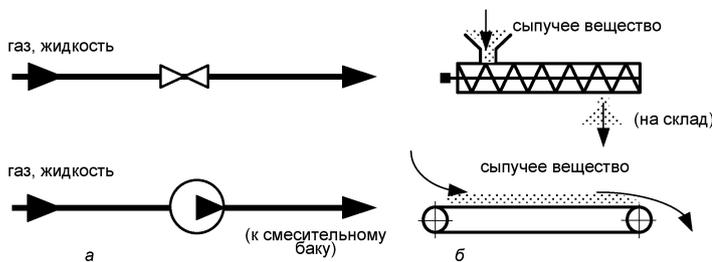


Рис. 3.3. Примеры отображения регулирующих устройств на материальных потоках а) на трубопроводах для газообразных и жидких сред – вентиль и насос б) для сыпучих веществ – шнек и ленточный транспортер

Обозначение средств автоматизации: общие положения. На функциональных схемах в «слое» автоматизации показываются отборные устройства (которые можно назвать чувствительными элементами измерительных устройств), измерительные преобразователи, преобразующие и регулирующие приборы, вычислительные устройства, линии связи, переключатели, аппаратуру управления, исполнительные устройства, регулирующие механизмы (органы), элементы индикации и сигнализации, различные согласующие устройства и устройства обработки информации.

Простейшие вспомогательные устройства, такие, как реле, источники питания, выключатели и предохранители в цепях питания; соединительные коробки и другие устройства, и монтажные элементы на функциональных схемах не показываются. Для сложных производственных процессов с большим объемом автоматизации функциональные схемы могут быть выполнены отдельно, например: схемы автоматического управления, контроля, сигнализации.

На рис. 3.4 показаны обозначения приборов и исполнительных устройств на функциональных схемах автоматизации по ГОСТ 2.404- 85. Отборное устройство не имеет специального обозначения, а представляет собой тонкую сплошную линию, соединяющую технологический трубопровод или аппарат с первичным измерительным преобразователем. При необходимости указания точного места расположения отборного устройства или точки измерения (внутри технологического аппарата) в конце тонкой линии изображается окружность диаметром 2 мм.

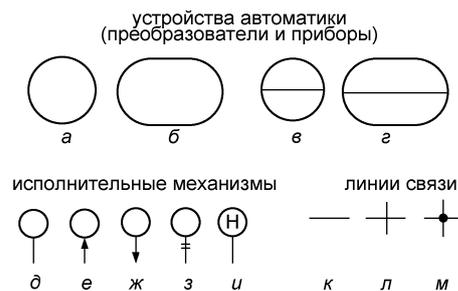


Рис. 3.4. Обозначение элементов функциональных схем автоматизации: а) устройство, устанавливаемое по месту (круг диаметром 10 мм), основное обозначение; б) устройство, устанавливаемое по месту, допускаемое обозначение; в) устройство, устанавливаемое на пульте, в щите (круг диаметром 10 мм), основное обозначение; г) устройство, устанавливаемое на пульте, в щите, допускаемое обозначение; д) исполнительный механизм, общее обозначение; е) исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган (РО) при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала; ж) исполнительный механизм, закрывающий РО при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала; з) исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет РО в неизменном положении; и) исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом; к) линия связи, общее обозначение; л) пересечение линии связи без соединения друг с другом; м) пересечение линии связи с соединением между собой.

Управление техническими системами

Главным действующим лицом на рис. 3.4 являются два устройства: а) устанавливаемое по месту, в) устанавливаемое на пульте, в щите. Следует помнить, что практически все первичные преобразователи (датчики) располагаются по месту, а вторичные преобразователи, устройства отображения и регулирования в щитах и пультах. Их отличие - присутствие или наличие линии диаметра, делящего круг пополам.

Имея форму круга (диаметром 10 мм) их условно можно разделить на две равные зоны (рис. 3.5):

- 1) нижняя зона 1 - указывается позиция и позиционное обозначение устройства. Состоит из двух частей: цифрового обозначения, присваиваемого комплекту (функциональной группе приборов) и цифровых индексов, присваиваемых отдельным элементам, входящим в комплект. Существует альтернативный вариант нумерации отдельных элементов - буквенными индексами (строчными буквами русского алфавита). Например, 1-1 (альтернативный вариант 1а), что означает: первый комплект- первое устройство, 1-2 (альтернативный вариант 1б), что означает: первый комплект-второе устройство и т.д. Одинаковым комплектам или однотипным элементам одного комплекта присваивают одинаковые позиции независимо от места их установки;
- 2) верхняя зона 2 - при помощи буквенных условных обозначений (по ГОСТ 2.404-85) указывается переменная (П) и функция (Ф) устройства.

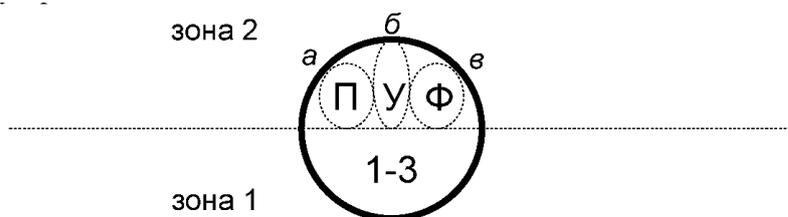


Рис. 3.5. Зоны и поля заполнения устройств, устанавливаемых по месту и в щите или на пульте

Буквенные условные обозначения устройств располагают в следующем порядке слева направо (рис. 3.5, зона 2, поля **а**, **б** и **в**):

- а) обозначение основной измеряемой величины (Переменная);
- б) обозначение, уточняющее, если это необходимо (!), основную измеряемую величину (Уточнение);
- в) обозначение или обозначения функционального признака или признаков прибора (Функция).

Управление техническими системами

Обозначение основной измеряемой величины. Измеряемые величины (технологические переменные) обозначают следующими буквами (основное обозначение букв): **D** - плотность; **E** - любая электрическая величина; **F** - расход; **G** - размер, положение, перемещение; **H** - ручное воздействие; **K** - время или временная программа; **L** - уровень; **M** - влажность, **P** - давление или вакуум; **Q** - величина, характер

зующая качество (состав, концентрацию и т. п.); **R** – радиоактивность; **S** – скорость или частота; **T** – температура; **U** – несколько разнородных измеряемых величин; **V** – вязкость; **W** – масса; **X** – не рекомендуемая резервная буква.

Обозначение, уточняющее, если это необходимо, основную измеряемую величину. Дополнительные значения при использовании в качестве второй по порядку буквы в обозначении прибора имеют следующие буквы: **D** – разность или перепад; **F** – соотношение (доля, дробь); **J** – автоматическое переключение или обегание; **Q** – интегрирование (суммирование по времени).

Кроме того, часть букв, имеющих дополнительное значение, используется для уточнения типа приборов: **E** – первичное преобразование (чувствительный элемент); **K** – станция управления; **T** – промежуточное преобразование (дистанционная передача); **Y** – преобразование, вычислительные функции.

Буква **E** (рис. 3.6) применяется для обозначения устройств, осуществляющих первичное преобразование сигналов (датчиков); **T** – для обозначения приборов с дистанционной передачей показаний. Например, бесшкальных, **K** – для обозначения приборов, имеющих станцию управления, т. е. переключатель для выбора вида управления (автоматическое – ручное) и устройство для дистанционного управления; **Y** – для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств.

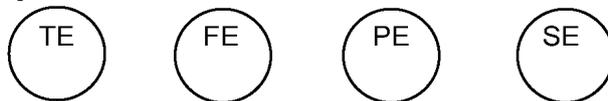


Рис. 3.6. Первичные преобразователи сигналов (датчики) наиболее часто встречающихся технологических параметров: температуры **T**, расхода **F**, давления **P**, скорости **S**

Обычно на первом месте ставится буква, обозначающая измеряемую величину, а на втором месте – одна из дополнительных букв **E**, **T**, **K** или **Y**. Например, датчики расходомеров – **FE**; бесшкальные манометры с дистанционной передачей показаний – **PT**; бесшкальные расходомеры с дистанционной передачей – **FT** и т. д.

В качестве буквы, имеющей дополнительное значение, применяют: **H** – верхний предел измеряемой величины; **L** – нижний предел измеряемой величины. Буквы **H** и **L** наносят вне графического обозначения: справа от него.

Для конкретизации измеряемой величины (рис. 3.7) справа от

Управление техническими системами

изображения прибора необходимо указать наименование или символ измеряемой величины, например: напряжение, сила тока, pH, O₂ и т.п. Для обозначения дополнительных значений *D*, *F*, *Q* допускается применение строчных букв *d*, *f*, *q*.

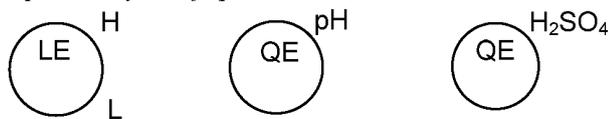


Рис. 3.7. Конкретизация измеряемой технологической переменной: первичный преобразователь уровня с верхней (High) и нижней (Low)

Обозначение функционального признака или признаков прибора. При обозначении функций, выполняемых прибором для отображения информации, используют буквы: *I* – показание; *R* – регистрация, для формирования выходного сигнала; *C* – регулирование или управление; *S* – включение (отключение или переключение); *A* – сигнализация. Если в одном приборе функциональных признаков несколько, то порядок расположения буквенных обозначений должен быть следующим: *IRCSA* (рис. 3.8).

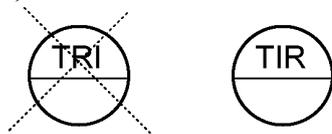


Рис. 3.8. Неправильная и правильная последовательность отображения функционального признака прибора

При построении условных обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств применяют надписи, расшифровывающие вид преобразования или операции, выполняемые вычислительными устройствами. Их наносят справа от графического обозначения прибора. Для обозначения рода энергии сигнала используются буквы: *E* – электрический; *P* – пневматический; *G* – гидравлический. Виды форм сигнала обозначает: *A* – аналоговый; *D* – дискретный. Операции, выполняемые вычислительными устройствами, обозначают: Σ – суммирование; *K* – умножение на постоянный коэффициент; \times – перемножение двух и более сигналов друг на друга; $:$ – деление сигналов друг на друга; f^n – возведение величины сигнала *f* в степень *n*; $\sqrt[n]{}$ – извлечение из величины сигнала корня степени *n*; *lg* – логарифмирование; dx/dt – дифференцирование; \int – интегрирование; $\times(-1)$

- изменение знака сигнала; *max* - ограничение верхнего значения сигнала; *min* - ограничение нижнего значения сигнала; **B**_i - передача сигнала на компьютер; **B**_o - вывод информации с компьютера.

Обозначение линий связи. Линии связи между приборами и средствами автоматизации на функциональной схеме изображаются однолинейно, тонкими сплошными линиями, независимо от фактического количества проложенных проводов или труб. Подвод линии связи к символу прибора допускается изображать в любой точке окружности (сверху, снизу, сбоку) по возможно кратчайшему расстоянию с минимальным числом изгибов и пересечений. Линии связи могут пересекать изображения технологического оборудования и коммуникаций. При необходимости указания направления передачи сигнала на линиях связи допускается наносить

Управление техническими системами

стрелки. При большом количестве линий связи допускается их разрыв (т. е. развернутый способ см. рис.3.1.). Для удобства пользования схемой оба конца линии нумеруют одной и той же арабской цифрой. Нумерация разрывов линии связи со стороны щитовых приборов дается в порядке возрастания номеров. Допускается разрывать только часть линий связи. На участках линии связи непосредственно у прямоугольников, изображающих щиты или комплекты местных приборов, указывают предельные рабочие (максимальные и минимальные) значения контролируемых или регулируемых величин. Разрежение (вакуум) обозначается знаком (-). Для встраиваемых в технологическое оборудование приборов, не имеющих линий связи с другими приборами, предельные значения величин указывают возле обозначений приборов.

В случае функционального взаимодействия линий связи в месте их пересечения ставится точка.

Толщина линий должна быть следующей:

- а) линии контуров агрегатов - 0,2-0,5 мм;
- б) трубопроводов - 0,5-1,5 мм;
- в) обозначение приборов и средств автоматизации - 0,5- 0,6 мм;
- г) линии связи - 0,2-0,3 мм;
- д) прямоугольников, изображающих щиты и пульты - 0,5 - 1 мм;
- е) выносок - 0,2- 0,3 мм.

Размеры букв и цифр выбирают следующие:

- а) для позиционных обозначений буквы и цифры высотой 3,5 мм;
- б) для пояснительного текста и надписей - 3,5-5,0 мм.

При необходимости на схеме располагают таблицу не предусмотренных стандартами условных обозначений (условные обозначения трубопроводов, приборов и средств автоматизации, полное название

Управление техническими системами

принятых сокращений и различных заимствованных и резервных букв).

Обозначение средств автоматизации: варианты применения.

Приборы и средства автоматизации, расположенные на щитах, пультах, показывают в прямоугольниках, изображающих щиты и пульты (рис. 3.14).

Щит диспетчера	
----------------	--

Рис. 3.14. Изображение щитов и пультов на функциональных схемах автоматизации

Приборы и средства автоматизации, расположенные вне щитов и конструктивно не связанные непосредственно с технологическим оборудованием и коммуникациями, условно показывают в прямоугольнике «приборы местные». Прямоугольник располагают над прямоугольником щитов (рис.3.15).

Приборы местные	
Щит оператора	

Рис. 3.15. Изображение приборов и средств автоматизации, расположенные вне щитов

Для однотипных технологических объектов, имеющих общие щиты, стивы с аппаратурой и приборами, на схеме рекомендуется показывать технологическое оборудование одного объекта, а приборы и средства автоматизации, устанавливаемые на щите, показывать полностью для всех объектов.

Рассмотрим различные варианты. Приборы, применяемые для контроля (регулирования), однотипны, контролируемые параметры имеют одинаковые значения, при этом все повторяющиеся приборы показывают на щите один раз, а около их обозначения проставляют количество в штуках (рис. 3.16);

Управление техническими системами

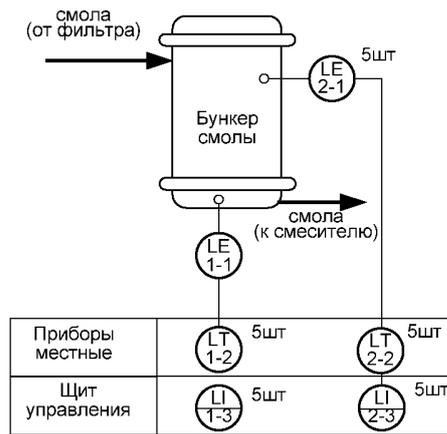


Рис. 3.16. Приборы и средства автоматизации однотипны и контролируемые параметры имеют одинаковые значения

Приборы однотипны, но контролируемые параметры имеют различные значения; при этом следует показывать на щите все приборы. Около линий связи, соединяющих приборы и средства автоматизации с управляемым объектом (без показанного технологического оборудования), дают пояснение, например: «от реактора 2» (рис. 3.17);

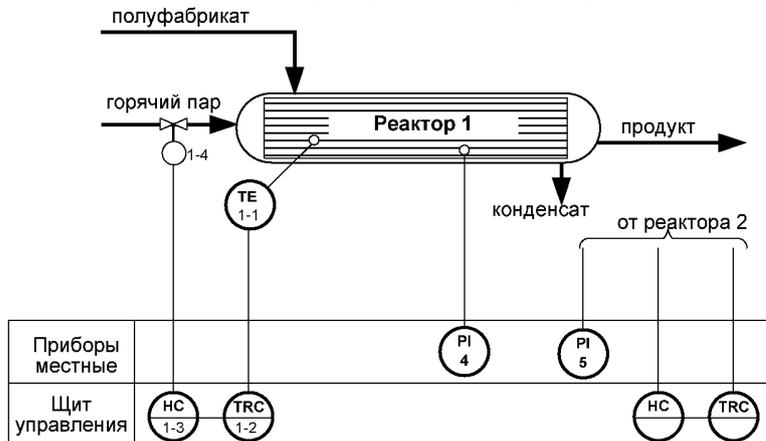


Рис. 3.17. Приборы и средства автоматизации однотипны, но контролируемые параметры имеют разные значения

Управление техническими системами

При использовании многоточечного прибора для контроля какого-либо параметра в нескольких однотипных аппаратах на схеме показывают только один технологический аппарат и один датчик, а около прибора показывают линии связи от остальных датчиков (рис.3.18).

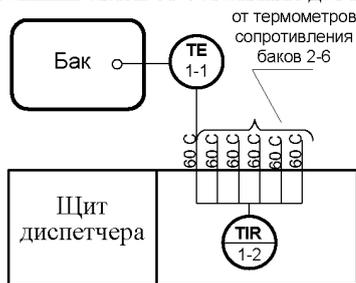


Рис.3.18. Схема включения многоточечного прибора для однотипных технологических объектов

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ним, изображают на схеме в непосредственной близости к технологическому оборудованию.

Примеры оформления функциональных схем автоматизации

В примерах (3.19-3.21) рассмотрены возможные варианты построения функциональных схем автоматизации, выполненные совмещенным способом на основе традиционных регуляторов.

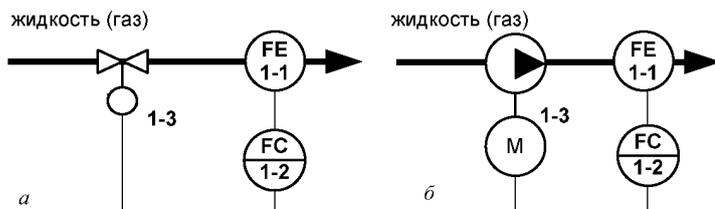


Рис. 3.19. Функциональные схемы систем автоматического регулирования (стабилизации) расхода жидкости (газа) при помощи изменения двух типовых схем: (а) проходного сечения вентиля (G – т. е. изменением его геометрии) и (б) числа оборотов насоса (S – т. е. изменением его частоты).

Управление техническими системами

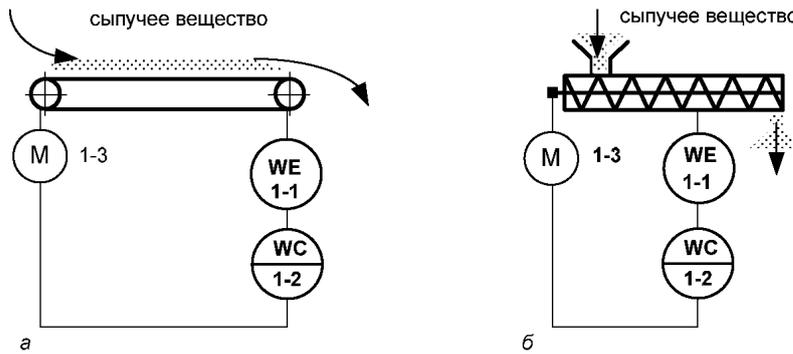


Рис. 3.20. Функциональная схема САУ (регулирования, стабилизации) массы сыпучего материала при помощи изменения числа оборотов (а) ленточного конвейера и (б) шнека

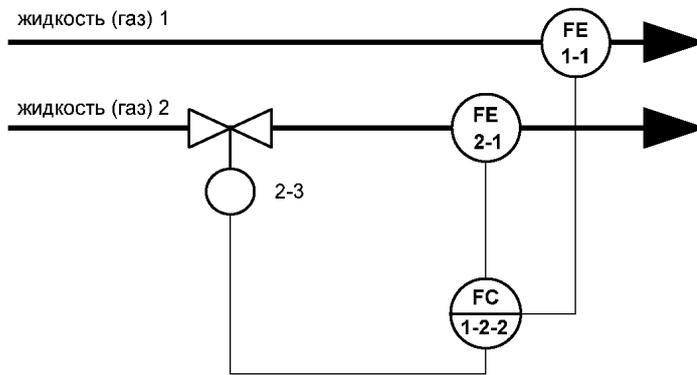


Рис. 3.21. Функциональная схема системы автоматического регулирования (стабилизации) соотношения двух компонентов (жидкостей, газов) при помощи вентиля.

Обозначение промышленных контроллеров (PLC) и рабочих станций SCADA-систем. Промышленные контроллеры (PLC) и операторские станции SCADA-систем (системы диспетчерского управления) изображают с помощью прямоугольников. Их располагают в нижней части поля схемы в одном или нескольких горизонтальных рядах с указанием в каждом прямоугольнике соответствующего наименования.

При применении агрегатированных комплексов (промышленные контроллеры) и управляющих машин (рабочие станции SCADA-систем) допускается, кроме общего наименования, приводить наименование их отдельных блоков и функций. При этом прямоугольник, изображающий комплекс (машину), делят горизонтальными линиями на части, число которых соответствует количеству блоков (модулей) или функций.

Для промышленного контроллера (в прямоугольнике указывается его тип, например, Siemens, Omron, GE Fanuc, Allen-Bradley и т. п.) таким делением является наличие аналоговых (Analog) и дискретных (Discrete) модулей ввода (Input) и вывода (Output). Таким образом, возможны следующие варианты модулей *AI* (аналоговый ввод), *AO* (аналоговый вывод), *DI* (дискретный ввод), *DO* (дискретный вывод) с уточнением конкретного типа модуля для соответствующего контроллера. Взаимосвязь между модулями ввода и вывода (т. е. реализацию *обратной связи*) показывают условной штрихпунктирной линией, точно так же, как и обратную связь на структурной схеме системы автоматического управления (см. 1.2)

При обозначении функций, осуществляемых операторскими станциями SCADA-систем (указывается ее конкретная программная реализация, например, In Touch, iFix, Genesis, WinCC, Trace Mode и т. п.) целесообразно использовать те же буквы, что и при обозначении функциональных признаков приборов автоматизации: *I* – показание; *R* – регистрация; *C* – регулирование или управление; *S* – включение (отключение или переключение); *A* – сигнализация и отмечать их наличие на мнемосхеме SCADA-системы соответствующим знаком (точкой).

На рис. 3.22-24 показаны примеры схем автоматизации с применением промышленных контроллеров и рабочих станций SCADA-систем.

Управление техническими системами

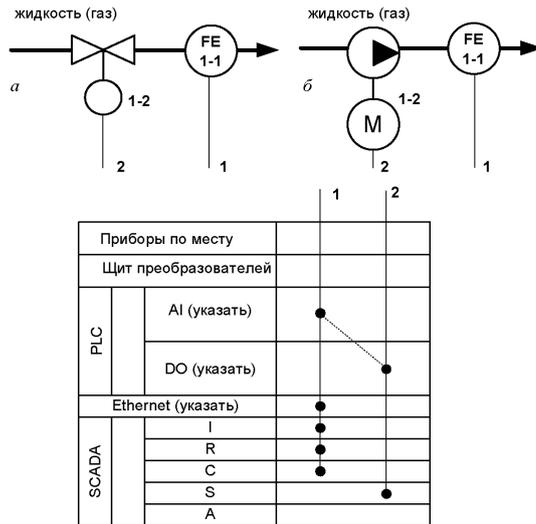


Рис. 3.22. Функциональные схемы систем автоматического регулирования (стабилизации) расхода жидкости (газа) при помощи изменения (а) проходного сечения вентиля и (б) числа оборотов насоса (частотное) на основе промышленного контроллера и рабочей станции SCADA-системы

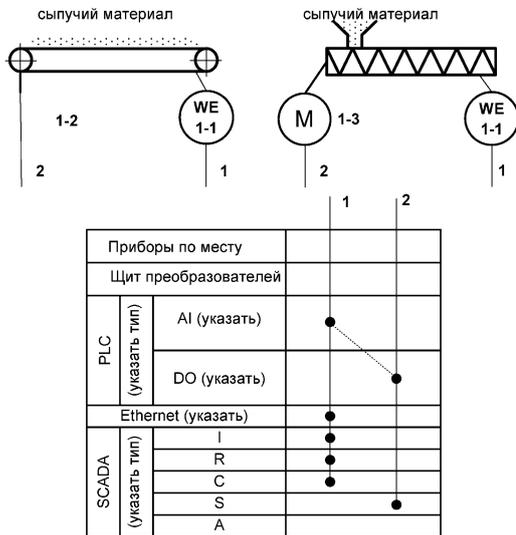


Рис. 3.23. Функциональная схема САУ (регулирования, стабилизации) массы сыпучего материала при помощи изменения числа оборотов (а) ленточного конвейера и (б) шнека на основе промышленного контроллера и рабочей станции SCADA-системы

Управление техническими системами

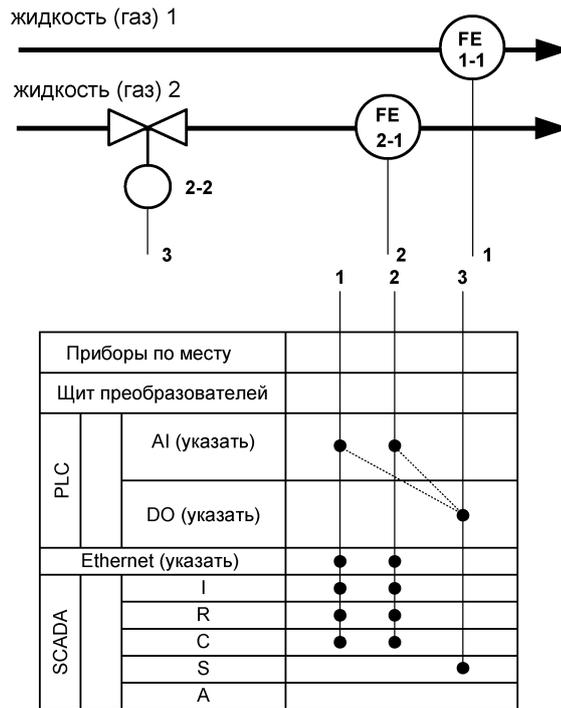


Рис. 3.24. Функциональная схема системы автоматического регулирования (стабилизации) соотношения двух компонентов (жидкостей, газов) при помощи вентиля на основе промышленного контроллера и рабочей станции SCADA-системы

Лекция

по теме 3.4.1. Разработка функциональных принципиальных схем автоматизации

ВОПРОСЫ

1. Условные графические обозначения.
2. Синтез принципиальных электрических схем автоматизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барашко О.Г. Автоматика и автоматизация производственных процессов. Практические занятия. Минск – 2011. 88с. (41-51).

Принципиальные электрические схемы составляют на основе функциональных схем автоматизации. На схемах изображают все электрические элементы, необходимые для нормальной работы установки (все аппараты включения и выключения, приборы и т.п.), средства связи между ними, а также элементы подключения (разъемы, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Для изображения на схемах электрических элементов и устройств применяют условные

графические обозначения, установленные в стандартах ЕСКД (ГОСТ 2.721 - 7476 - обозначения условные и

графические в схемах), а также условные графические обозначения, построенные из стандартизованных графических элементов по правилам, установленным в стандартах.

Размеры, в которых условные обозначения выполняются на схемах, не влияют на смысл. При выборе размеров условных графических изображений следует руководствоваться рекомендациями стандартов, при этом допускается; при необходимости, все обозначения пропорционально увеличивать или уменьшать.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° , а также зеркально повернутыми.

1. Условные графические обозначения

Обозначение воспринимающих частей электромеханических устройств. Условные графические изображения воспринимающих частей, электромеханических частей (электрических реле, у которых связь воспринимающей части с исполнительной осуществляется механически, а также магнитных пускателей, контакторов и электромагнитов) приведены на рис.8.

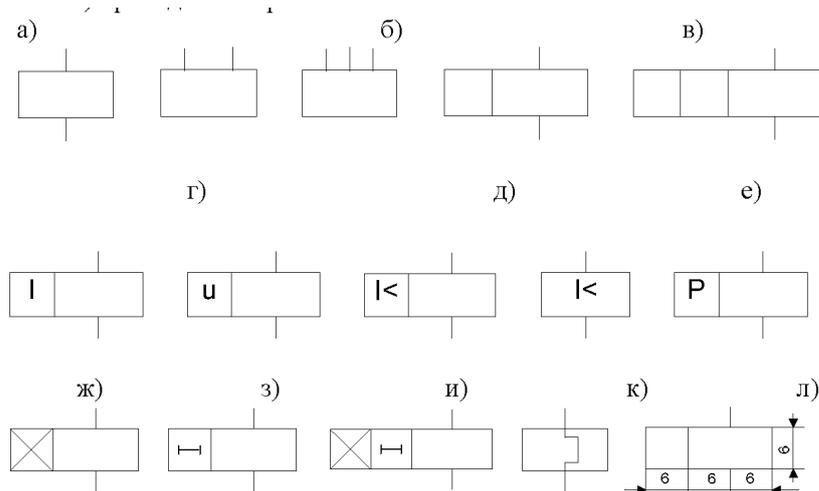


Рис.8. Обмотки реле, магнитных пускателей и электромагнитов.

На рис. 8 а представлено общее обозначение катушки электромеханического устройства. Отличаются обозначения только расположением выводов. Обозначение на рис.8б соответствует катушке трехфазного тока. Для внесения уточняющих данных в обозначение электромеханического устройства вводятся одно или два

Управление техническими системами

дополнительных графических поля (рис.8в). На рис.8г приведены обозначения катушек электромеханических устройств с обмотками тока и напряжения. При отсутствии дополнительной информации допускается в основном поле указать уточняющие данные. Например, рис. 8б - катушка электромеханического устройства с обмоткой минимального тока. Рис.8е соответствует обозначению катушки поляризованного электромеханического устройства. На рис.8ж приведено обозначение катушки электромеханического устройства, работающего с замедлением при срабатывании, рис.8з. С замедлением при отпускании, рис.8и - при срабатывании и отпускании. Воспринимающая часть электротеплового реле представлена на рис.8к. Размеры условных графических обозначений должны соответствовать приведенным на рис.8 л.

Обозначение контактов. Рассмотрим схему обозначений контактов по ГОСТ 2.755-84. Контакты магнитных пускателей, контакторов, реле, кнопок, рубильников-автоматов и других коммутирующих устройств на схемах должны изображаться в положении, принятом за начальное: отсутствие тока во всех цепях схемы, на кнопки выключателей не действуют внешние принудительные силы.

Общие обозначения замыкающихся (рис.9а), размыкающихся (рис.9б) и переключающихся контактов (рис.9в) могут быть дополнены, если требуются уточнения, различными знаками. Так, на рис. 10а изображены размыкающие и замыкающие контакты без самовозврата, на рис. 10б - контакты с самовозвратом. Если необходимо подчеркнуть, что контакт коммутирует силовую цепь, используют обо

Лекция

по теме 3.5.1. Технические средства автоматизации конструирования, моделирования и проектирования

ВОПРОСЫ

1. Компьютер как основное средство автоматизации конструирования, моделирования и проектирования.
2. Устройства вывода информации из компьютера информации, используемые в САПР.
3. Устройства ввода информации в компьютер, используемые в САПР.

ЛИТЕРАТУРА

Управление техническими системами

1. Стехин А.П. Основы конструирования, моделирования и проектирования систем управления производственными процессами. Учебное пособие: – Донецк, 2008.

1. Компьютер как основное средство автоматизации конструирования, моделирования и проектирования

Системы автоматизированного проектирования (САПР) позволяют осуществлять черчение, конструирование и моделирование различных устройств и механизмов с помощью компьютера.

Поэтому основным техническим средством при автоматизации конструирования является современный персональный компьютер с установленным специализированным программным обеспечением - пакетом прикладных программ САПР.

Обычно персональные компьютеры IBM PC состоят из трех частей: системного блока;

клавиатуры, позволяющей вводить символы в компьютер;

монитора (или дисплея) - для изображения текстовой и графической информации.

Компьютеры выпускаются и в портативном варианте - в "блокнотном" (ноутбук) или "наколенном" (лап топ). Здесь системный блок, монитор и клавиатура заключены в один корпус: системный блок спрятан под клавиатурой, а монитор сделан как крышка к клавиатуре.

Промышленные компьютеры.

В отличие от офисных персональных компьютеров промышленные персональные компьютеры разработаны для работы в жестких условиях эксплуатации: наличие пыли, экстремальных механических и климатических воздействий, а также интенсивного электромагнитного излучения.

Наиболее известные производители промышленных компьютеров - фирмы IBM, Texas Micro, Siemens, Octagon Systems, Advantech и др.

Промышленные компьютеры обычно снабжены высокоскоростными охлаждающими вентиляторами и воздушными фильтрами, которые обеспечивают принудительную приточно-вытяжную вентиляцию внутри шасси. Постоянный приток воздуха создает избыточное давление внутри корпуса. Подобная система вентиляции предотвращает попадание в корпус пыли и обеспечивает его охлаждение. Эти меры обеспечивают надежную работу компьютера в широком диапазоне окружающих температур. Промышленные компьютеры Advantech работают в диапазоне температур 0 - 50 °C, а Octagon Systems - в диапазоне от -40 до +85 °C.

Управление техническими системами

Большинство промышленных компьютеров поставляются с фиксирующими приспособлениями для плат и ударозащищенными отсеками для дисковых накопителей. Прижимные планки надежно фиксируют платы расширения в слотах шины ISA/PCI. Виброударостойкие отсеки для НЖМД и НГМД повышают их срок службы в тяжелых промышленных условиях. Часто вместо обычного НЖМД используются диски на базе флэш-памяти.

Электромагнитное излучение (ЭМИ) является общей проблемой для промышленности. Почти все промышленные компьютеры изготовлены из высококачественной стали со специальным покрытием для защиты от ЭМИ. Источники питания также невосприимчивы к выбросам напряжения в сети, перенапряжениям и колебаниям напряжения, обеспечивая стабильность выходного напряжения. Для улучшения надежности применяются дублированные источники питания с "горячей" заменой.

Сочетание пассивных объединительных плат и промышленных процессорных плат обеспечивает совершенную конфигурацию для промышленной автоматизации, основанной на IBM PC совместимых компьютерах. Эта архитектура обеспечивает гибкость и упрощает модернизацию и эксплуатацию изделия.

Пассивные объединительные платы обеспечивают возможность установки плат ISA и PCI в различных сочетаниях. Например, фирма Advantech предоставляет широкий ряд пассивных объединительных плат с числом гнезд расширения от 3 до 20. Эти платы характеризуются поддержкой одной или нескольких систем в пределах одного конструктива.

Все фирмы, выпускающие промышленные компьютеры, предлагают широкий набор плат расширения и периферийных устройств.

Промышленные процессорные платы, как правило, имеют сторожевой таймер, который непрерывно следит за работой системы. В случае непредвиденной остановки функционирования системы сторожевой таймер генерирует аппаратный сигнал сброса. Промышленные процессорные платы являются 100% совместимыми с системными платами общего назначения. Их цельная конструкция включает множество расположенных на плате дополнительных устройств и контроллеров, таких как твердотельные диски, интерфейсы VGA/ЖКИ, SCSI, Ethernet, дополнительные последовательные порты (до 6-ти) и т.д.

Отказоустойчивым промышленным компьютером является компьютер, снабженный системой обнаружения неисправности шасси и выдачи сигнала тревоги. Контролируется исправность источника питания, вентиляторов и температура

Управление техническими системами

внутри блока. При возникновении неисправности блок предупреждает пользователя о необходимости текущего ремонта путем подачи звукового или светового сигнала. Как правило, вычислительная система будет по-прежнему работать некоторое время, несмотря на отказ.

Как правило, промышленные компьютеры очень надежны. Например, процессорные платы фирмы Octagon Systems имеют среднее время наработки на отказ от 10 до 26 лет, а периферийные платы - свыше 100 лет.

Периферийные платы отличаются большим разнообразием. Например, фирма Advantech предлагает платы ввода-вывода цифровых и аналоговых сигналов для шин ISA и PCI с количеством дискретных входов-выходов - до 192, аналоговых (ЦАП, АЦП) - до 32, в том числе с гальванической развязкой от источников (приемников) сигналов, платы расширения интерфейсов RS-232/422/485/токовая петля с количеством каналов до 8-ми, платы счетчиков-таймеров, квадратурных преобразователей, 3-х и 4-х координатного управления шаговыми двигателями и т.д.

Это позволяет вводить в компьютер информацию от датчиков любого типа и управлять различными исполнительными механизмами.

В системном блоке располагаются все основные узлы компьютера:

- электронные схемы, управляющие работой компьютера (микропроцессор, оперативная память, контроллеры устройств и т.д.);
- блок питания, который преобразует электропитание сети в постоянный ток низкого напряжения, подаваемый на электронные схемы компьютера; накопители (дискководы) для гибких магнитных дисков (НГМД) (дискет); накопитель на жестком магнитном диске (НЖМД) - "винчестер"; другие устройства.

К системному блоку IBM PC можно подключать различные устройства ввода-вывода информации, расширяя тем самым его функциональные возможности.

Многие устройства располагаются вне системного блока и подсоединяются к нему через разъемы, обычно находящиеся на задней стенке блока. Такие устройства обычно называются внешними. Кроме монитора и клавиатуры это:

принтер - для вывода на печать текстовой и графической информации;
мышь или трекбол - устройство, облегчающее ввод информации в компьютер;

джойстик - манипулятор в виде укрепленной на шарнире ручки с кнопкой;
другие устройства.

Управление техническими системами

Некоторые устройства могут встраиваться внутрь системного блока и поэтому называются внутренними, например:

модем или факс-модем - для обмена информацией с другими компьютерами через телефонную сеть (факс-модем может также получать и передавать факсы);

дисковод для компакт-дисков;

звуковая карта - для записи и воспроизведения звуков (музыка, голос и т.д.).

Для управления работой устройств в IBM PC-совместимых компьютерах используются специальные электронные схемы - контроллеры. Различные устройства используют разные способы подключения к контроллерам.

Самым главным элементом в компьютере является микропроцессор - интегральная микросхема, выполняющая все вычисления и обработку информации.

В IBM PC используются микропроцессоры фирмы Intel, а также совместимые с ними микропроцессоры других фирм (AMD, Cyrix, IBM и др.). Одинаковые модели могут иметь разную тактовую частоту - чем выше тактовая частота, тем выше производительность и цена микропроцессора. Например, процессоры семейства Pentium производства Intel выпускаются с тактовой частотой свыше 4 ГГц.

На рынке доминирующее положение занимают два производителя - Intel и AMD, компьютеры в большинстве случаев комплектуются процессорами Duron, Sempron, Athlon фирмы AMD или Celeron, Pentium-IV фирмы Intel.

Электронная начинка IBM PC, как правило, выполняется из нескольких модулей - электронных плат. Каждая плата представляет собой кусок пластика (стеклотекстолит), на котором укреплены электронные компоненты (микросхемы, конденсаторы и т.д.) и различные разъемы.

Самой большой электронной платой является системная, или материнская, плата. На ней обычно располагаются основной микропроцессор, оперативная память, кэш-память, шины, BIOS и интегрированные контроллеры.

Неинтегрированные контроллеры выполняются в виде отдельных электронных плат и вставляются в специальные разъемы (слоты) на материнской плате. При вставке в слот контроллер подсоединяется к шине магистрали передачи данных между контроллерами и оперативной памятью. В современных компьютерах обычно имеется две шины: ISA - для контроллеров низкоскоростных устройств, и PCI - для контроллеров высокоскоростных устройств. В последнее время в материнских платах появился специальный слот AGP - для видеоадаптера.

Управление техническими системами

Наряду с самим компьютером важную роль при автоматизации конструирования играют различные устройства ввода-вывода графической и текстовой информации.

2. Устройства вывода информации из компьютера, используемые в САПР

Принтеры.

Матричные принтеры обеспечивают значительно худшее качество печати, чем другие типы, сильно шумят при работе, но широко применяются, так как недороги и стоимость отпечатанной страницы у них самая низкая. Принцип действия: печатающая головка содержит вертикальный ряд тонких металлических стержней (иглолок), головка движется вдоль печатаемой строки, а стержни в нужный момент ударяют по бумаге через красящую ленту.

Струйные принтеры - изображение формируется микрокаплями специальных чернил, выбрасываемых на бумагу через сопла в печатающей головке. В отличие от матричных принтеров, струйные работают с гораздо меньшим шумом, обеспечивают лучшее качество печати и самую дешевую цветную печать приемлемого качества.

Лазерные принтеры обеспечивают наилучшее качество печати. Используется принцип ксерографии: изображение переносится на бумагу со специального барабана, к которому электрически притягиваются частички краски (тонера). Отличие от обычного ксерокса состоит в том, что печатающий барабан электризуется с помощью лазера по командам компьютера. Обеспечивают самую высокую среди всех принтеров скорость печати, работают практически бесшумно и не требуют специальной бумаги.

Плоттеры - устройства для вывода чертежей, графиков, диаграмм и т.д. с использованием пишущего узла типа "перо". Отличаются по формату используемой бумаги и количеству перьев. Различают планшетные плоттеры (бумага неподвижна, перо перемещается по двум осям) и плоттеры, использующие перемещение бумаги по одной оси и перемещение пера - по другой. Современные плоттеры снабжены восемью перьями различных типов и могут быть использованы для черчения как на бумаге, так и на кальке или пленке. Стандартом в области плоттеров является фирма "Hewlett Packard" и графический язык HPGL - стандарт для промышленности.

3. Устройства ввода информации в компьютер, используемые в САПР

Дигитайзеры. С их помощью осуществляется ввод координат в компьютер. Практически являются той же мышью, но с визирной сеткой для точного передвижения

Управление техническими системами

манипулятора по желаемой траектории. Используются для оцифровки кривых, например при вводе изображения карт.

Кодирующие (графические) планшеты ("Art Pad" Электронное "перо" художника (конструктора): вводит в компьютер движения карандаша по планшету, в том числе учитывается, с какой силой осуществляется нажим на перо. "Карандаш" не имеет механической связи с поверхностью планшета.

Сканеры. Устройства для ввода графических изображений в компьютер. Могут быть ручными, планшетными или предназначаться для ввода изображений со слайдов. Различаются по максимально разрешимому количеству линий, по числу передаваемых уровней цвета, по возможности ввода цветных иллюстраций.

Цифровые фотокамеры. Выполняют ту же функцию, что и сканеры, но в "безбумажном" варианте. Отснятое изображение сохраняется в памяти устройства, а затем через последовательный порт (обычно USB) вводится в компьютер.

Лекция

**по теме 3.5.2. Приборы контроля и управления
технологическими процессами**

ВОПРОСЫ

1. Состав приборов контроля (п.1.1-1.8 [1]).
2. Функциональные устройства систем автоматизации (п.1.9 [1]).
3. Исполнительные механизмы (1.10 [1]).
4. Приборы учета энергоносителей (п.1.11 [1]).

ЛИТЕРАТУРА

1. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. – СПб.: Профессия, 2009. – 592 с. (с.9-168).

1. Состав приборов контроля (п.1.1-1.8 [1])

Управление техническими системами

1.1. Приборы для измерения температуры:

1.1.1. Контактные датчики (термопары и термометры сопротивления с унифицированным выходным сигналом);

1.1.2. Неконтактные датчики температуры (пирометры излучений);

1.1.3. Регуляторы температуры прямого действия.

1.2. Приборы для измерения расхода:

1.2.1. Электромагнитные (магнито-индукционные) расходомеры;

1.2.2. Ультразвуковые расходомеры;

1.2.3. Кориолисовы расходомеры.

1.3. Приборы для измерения давления:

– Распределительные устройства для передачи давления.

1.4. Приборы для измерения уровня:

1.4.1. Поплавковые уровнемеры;

1.4.2. Гидростатические уровнемеры.

1.4.3. Ультразвуковые уровнемеры;

1.4.4. Радарные (микроволновые) уровнемеры;

1.4.5. Емкостные уровнемеры;

1.4.6. Сигнализаторы уровня;

1.4.7. Измерение уровня раздела фаз.

1.5. Анализаторы состава и свойств веществ:

1.5.1. Газоанализаторы:

1.5.1.1. Термокондуктометрические;

1.5.1.2. Термомагнитные;

1.5.1.3. Термохимические;

1.5.1.4. Электрохимические;

1.5.1.5. Оптико-абсорбционные;

1.5.1.6. Плазменно-ионизационные;

1.5.1.7. Хроматографы;

1.5.1.8. Влагомеры (гигрометры).

1.5.2. Анализаторы жидкости:

1.5.2.1. Кондуктометры;

1.5.2.2. pH-метры;

1.5.2.3. Измерение мутности растворов. Нефелометры;

1.5.2.4. Плотнометры жидких сред;

1.5.2.5. Вискозиметры.

Управление техническими системами

1.5.3. Спектроскопия. Промышленные спектрометры:

- 1.5.3.1. Спектроскопия;
- 1.5.3.2. Спектрометры;
- 1.5.3.3. Масс-спектрометры.

1.6. Весоизмерительная техника:

- 1.6.1. Весоизмерительное и дозирующее оборудование;
- 1.6.2. Тензометрические датчики веса (тензодатчики).

1.7. Бесконтактные выключатели (сенсоры):

- 1.7.1. Индуктивные;
- 1.7.2. Емкостные;
- 1.7.3. Магниточувствительные;
- 1.7.4. Оптические;
- 1.7.5. Люминисцентные датчики;
- 1.7.6. Видеодатчики.

1.8. Показывающие и регистрирующие приборы:

- 1.8.1. Показывающие аналоговые и цифровые приборы;
- 1.8.2. Регистрирующие приборы;
- 1.8.3. Безбумажные самописцы.

2. Функциональные устройства систем автоматизации (п.1.9 [1])

1.9.1. Нормирующие преобразователи

Нормирующие преобразователи неунифицированных входных сигналов в нормированные выходные сигналы широко используются в системах автоматизации.

Входными сигналами нормирующих преобразователей являются сигналы терморпар, термометров сопротивления, дифференциально-трансформаторных и ферродинамических датчиков, датчиков давления, расхода и др.

Выходными сигналами измерительных (нормирующих) преобразователей являются сигналы постоянного тока 0...5 мА, 0/4...20 мА, а также сигналы напряжения 0...5 В, 0...10 В, -5... +5 В или -10... +10 В.

По числу преобразуемых входных или выходных сигналов преобразователи делятся на одноканальные и многоканальные, а по условиям эксплуатации на преобразователи в общепромышленном и взрывозащищенном исполнении. Используемый вид взрывозащиты — «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ia» в

Управление техническими системами

соответствии с ГОСТ Р 51330.0-99. По зависимости выходного сигнала от входного преобразователи могут быть с линейной или нелинейной зависимостью, а по связи между входными и выходными цепями — с гальванической связью или без нее. Ряд преобразователей имеют ЖК-дисплей для индикации значений преобразуемого параметра.

В табл. 1.58 приведены технические характеристики некоторых нормирующих преобразователей отечественного производства.

Таблица 1.58. Технические характеристики некоторых нормирующих преобразователей

Модель	Тип первичного преобразователя	Число каналов преобразования	Погрешность преобразования, %	Выходной сигнал	Напряжение питания, В	Габаритные размеры, мм
ИПМ 0104Ех НПП «Элемер»	ТС: 50М,100М, 50П, 100П, Pt100; ТП: L, K	2	±0,5%	0...5 мА, 4...20 мА	24 VDC	78,5×22,5×60,5
НП-02 ГП «Метран»	ТС: 50М,100М, 50П, 100П; ТП: L, K, S, B	1	±0,5%	0...5 мА, 4...20 мА	220 VAC	72×144×180
Ш 9322А-2 ГП «Метран»	ТП: L, K, S, B, А-1, А-2, А-3	2	±0,5%	0...5 мА, 4...20 мА	220 VAC	60×160×350
ИПМ 0196/М1 ГК «Метран»	ТС: 50М,100М, 50П, 100П, Pt100; ТП: L, K, А	2	±0,5%	0...5 мА, 4...20 мА	24 VDC	23×75×125
ИП-Т10 ОАО «ЗЭиМ»	ТП: L, K, S, B, А-1, А-2, А-3; ТС: 50М,100М, 10П, 50П, 100П;	1	±0,5%	0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА, 0...10 В	24 VDC; 220 VAC	40×172×162
НП-П10 ОАО «ЗЭиМ»	0...10, -10...0...10 мГц	1	±1,0%	0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА	220 VAC	80×170×162
НП-Н10 ОАО «ЗЭиМ»	0,1...10 кОм	1	±0,5%	0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА	24 VDC через БП24	40×172×162
НП-Р10 ОАО «ЗЭиМ»	До 150 мВ	1	±0,5%		24 VDC через БП24	

Преобразователи имеют возможность перестройки диапазона измерения параметра, а также типа НСХ (например, 50М на 100М, 50П на 100П или Pt100). Крепление нормирующих преобразователей в основном осуществляется на DIN-рейку.

1.9.2 Функциональные блоки

Функциональные блоки служат для выполнения определенных математических и др. функций с входными и выходными сигналами — сложение, умножение, деление, возведение в квадрат, извлечение квадратного корня, сравнение с заданием, интегрирование и др. К функциональным блокам относят также блоки питания. Некоторые блоки питания имеют функцию корнеизвлечения.

Входными сигналами функциональных блоков являются сигналы постоянного тока 0...5, 0...20, 4...20 мА, 0...10В, сигналы от термопар, термометров сопротивления и дифференциально-трансформаторных датчиков.

Управление техническими системами

В табл. 1.59 представлены технические характеристики функциональных

Таблица 1.59. Технические характеристики функциональных устройств.

Тип	Основная функция
Блок интегрирующего датчика БЗИ (ОАО «ЗЭиМ»)	Преобразование интеграла в унифицированный сигнал постоянного тока; ограничение выходного сигнала и сигнализация при достижении
Блок динамической связи БДС (ОАО «ЗЭиМ»)	Алгебраическое суммирование до 4-х унифицированных сигналов, демпфирование и динамическое преобразование выходного сигнала
Блок суммирования и сигнализации БСС (ОАО «ЗЭиМ»)	Алгебраическое суммирование до 3-х унифицированных сигналов постоянного тока, введение сигнала от датчика, демпфирование выходного сигнала и формирование выходного релейного сигнала
Блок суммирования и демпфирования БСД (ОАО «ЗЭиМ»)	Алгебраическое суммирование до 4-х унифицированных сигналов постоянного тока, сравнение их с сигналом задания, демпфирование суммы
Блок нелинейных преобразований БНП-2 (ОАО «ЗЭиМ»)	Демпфирование и нелинейное преобразование входного аналогового сигнала, аппроксимированного кусочно-линейным методом
Блок селектирования БСЛ-2 (ОАО «ЗЭиМ»)	Прием до 4-х унифицированных сигналов с гальваническим разделением и выходом, масштабирование, демпфирование и выделение наибольшего или наименьшего сигнала
Блок вычислительных операций БВО2 (ОАО «ЗЭиМ»)	Алгебраическое суммирование по каждому входу унифицированных сигналов с масштабированием, гальваническим разделением; демпфирование результирующего сигнала; проведение между результирующими сигналами одной из операций: сложение, умножение, деление, возведение в квадрат, извлечение квадратного корня
Блок питания и корнеизвлечения МЕТРАН-611 (ГП «Метран»)	Питание стабилизированным напряжением 24 и 36 VDC датчиков с унифицированным токовым выходным сигналом и функционального преобразования этого сигнала с корнеизвлекающей зависимостью (число каналов-1)
Блок питания БП КАРАТ-22 (ГП «Метран»)	Преобразование напряжения 220 VAC в стабилизированное напряжение 24 или 36 VDC (1, 2, 4 или 8 каналов)
Блок питания БПД-40-Ех (ГП «Метран»)	Питание стабилизированным напряжением датчиков с унифицированным выходным токовым сигналом 4...20 mA и с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» (число каналов 1 или 2)
Блок питания БП96 (ГП «Метран»)	Питание стабилизированным напряжением 24 или 36 VDC датчиков с унифицированным выходным токовым сигналом 4...20 mA (число каналов от 1 до 4-х)

блоков.

Блоки питания с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» имеют встроенные барьеры искрозащиты. Питание функциональных блоков 220 VAC, габаритные размеры 80x160x537 мм. Корпуса приборов предназначены для щитового монтажа.

1.9.3 Барьеры искрозащиты

Барьеры искрозащиты служат для обеспечения искробезопасности электрических цепей датчиков температуры, давления и др. измерительных преобразователей в системах измерения, сигнализации и регулирования, находящихся во взрыво- и пожароопасных зонах производств различных отраслей промышленности (химической, нефтехимической, нефтегазовой и др.).

Барьеры искрозащиты в зависимости от типа имеют входные или выходные искробезопасные электрические цепи, выполненные с уровнем взрывозащиты по ГОСТ Р 51330.10-99 «ib» — взрывозащищенный или «ia» — особо взрывозащищенный. Все барьеры устанавливаются вне взрывоопасной зоны и относятся к неразборным изделиям.

В «Правилах устройств электроустановок» (ПУЭ) взрывоопасная зона — это помещение или ограниченное пространство в помещении, в которых имеются или могут образоваться взрывоопасные смеси.

Управление техническими системами

Вид взрывозащиты основан на ограничении энергии искрообразования. Допустимые параметры цепи: максимальное напряжение разомкнутой цепи до 30 В, ток к.з. до 100 мА, допустимая мощность до 0,45 Вт.

Барьеры искрозащиты могут быть активными и пассивными. Активные барьеры обеспечивают искробезопасность и питание датчиков с унифицированными выходными сигналами, электропневматических преобразователей и др. устройств. Напряжение питания активных барьеров составляет величину $36 \pm 3,6$ VDC или $24 \pm 0,5$ VDC. Погрешность преобразования активных барьеров $\pm(0,1..0,2)\%$.

Пассивные барьеры обеспечивают искробезопасность датчиков и др. измерительных преобразователей, не имеющих собственных источников питания (например, электропневматических преобразователей, позиционеров, термопар и термометров сопротивления в обычном исполнении).

В блоках искрозащиты на стабилитронах (БИС) применяются защищенные плавкими предохранителями стабилитроны для ограничения напряжения шунтированием аварийного тока на землю. Барьеры состоят из шунтирующих стабилитронов и последовательно включенных резисторов или резисторов и сменных предохранителей. Искрозащитные элементы обеспечивают искробезопасность электрических цепей посредством ограничения энергии. В нормальном режиме напряжение пробоя стабилитронов не превышает определенного значения и стабилитрон не пропускает ток. При превышении напряжения пробоя в случае аварии стабилитрон переходит в режим стабилизации с увеличением протекающего через него тока. При дальнейшем увеличении тока срабатывает предохранитель, предотвращая передачу критической электрической мощности во взрывоопасную зону.

На рис. 1.84 показана электрическая схема барьера искрозащиты на стабилитронах [1.108], а на рис. 1.85 принципиальная схема соединений 2-канального барьера искрозащиты БИЗ 9712 фирмы "Сенсорика".

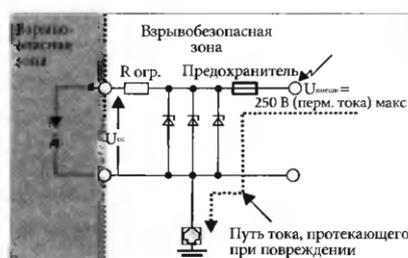


Рис. 1.84

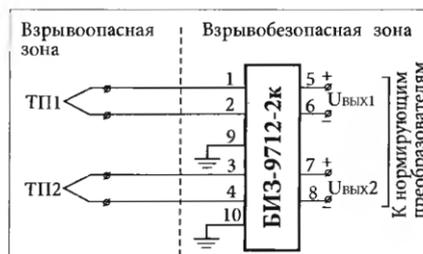


Рис. 1.85

В активных барьерах искрозащиты с гальванической развязкой источник сигнала передается или принимается из взрывоопасной зоны через изолированный

Управление техническими системами

тракт (чаще оптрон). Так, в активных барьерах серии Корунд-М500 гальваническое разделение сигнальных цепей входа и выхода происходит благодаря преобразованию входного сигнала постоянного тока в частоту следования импульсов и передачи их через оптрон с последующим восстановлением уровня постоянного тока. На рис. 1.86 приведена принципиальная электрическая схема активного барьера искрозащиты КОРУНД-М510.

Это допускает возможность заземления первичного преобразователя. Для уменьшения вероятности возникновения взрывоопасной ситуации при заземлении необходимо следить, чтобы только одна точка цепи была заземлена, а другая должна быть изолирована от земли (напряжение пробоя не менее 500 В.).

Заземление барьера искрозащиты достигается установкой его на DIN-рельс. Кроме того, обычно имеется одна клемма для заземления проводом. Устройства, установленные во взрывоопасной зоне (измерительные преобразователи, клапаны и др.) должны быть изолированы от земли. Если необходимо их заземление, то используются барьеры искрозащиты с гальванической изоляцией.

В табл. 1.60 приведены технические характеристики барьеров искрозащиты отечественных производителей

Таблица 1.60. Технические характеристики барьеров искрозащиты

Тип	Назначение	Напряжение питания, VDC	Габаритные размеры, мм	
1	2	3	4	
НПФ «Сенсорика»				
БИЗ-9712-A1 БИЗ-9712-A2	Активный одноканальный барьер для питания 2-проводных датчиков с выходным сигналом 4...20 мА	24 ; 36	120×75×19	
БИЗ-9712-A3	Активный одноканальный барьер для управления электропневматическим клапаном			
БИЗ-9712-A5	Активный одноканальный барьер для управления электроконтактными датчиками			
ГК «Метран»				
РИФ-A1 РИФ-A2 РИФ-A3 РИФ-A4	Активный одноканальный барьер для питания 2-проводных датчиков с выходным сигналом 4...20 мА Активный одноканальный барьер для управления электропневматическими преобразователями и электропневмопозиционерами во взрывоопасных зонах	24 36 36 36		105×73×20
РИФ-A5 РИФ-A6	Активный одноканальный барьер для обеспечения искробезопасности цепей систем сигнализации и управления с электроконтактными датчиками во взрывоопасных зонах	24 24		
РИФ-A7	Активный одноканальный барьер для питания потенциметрических и резистивных датчиков во взрывоопасных зонах и преобразования их выходного сигнала в сигнал 0...5, 0/4...20 мА	36		

Управление техническими системами

Окончание табл. 1.60

1	2	3	4
«СТЭНЛИ»			
Корунд-М1	Активный одноканальный барьер для питания 2-х проводных датчиков с выходным сигналом 4...20 мА	24	105×73×20
Корунд-М11	Активный одноканальный барьер для питания пониженным напряжением (до 12 В) 2-проводных датчиков с выходным сигналом 4...20 мА и тензопреобразователей	12	
Корунд-М3	Пассивный 2-канальный барьер для обеспечения искробезопасности датчиков, не содержащих собственных источников электропитания (электропневматические преобразователи, позиционеры, термопары и др.)	12,8	
Корунд-М* DIN	Барьеры искрозащиты в корпусах для установки на DIN-рельс со сменными предохранителями	—	
Корунд-М510	Активный одноканальный барьер с гальванической изоляцией для подключения датчиков, не содержащих собственных источников электропитания (электропневматические преобразователи, позиционеры и др.) с входным сигналом 4...20 мА, подключаемых по 2-проводной схеме	24	
Корунд-М560	Активный одноканальный барьер с гальванической изоляцией для питания и искрозащиты датчиков с выходным сигналом 4...20 мА, подключаемых по 2-проводной схеме. Выходной сигнал барьера по стандарту RS-485	24 VDC	
ООО «Ленпромавтоматика»			
БИ-001	Пассивный одноканальный барьер искрозащиты цепей термопар и 3-проводного подключения терморезисторов	1	114×99×17
БИ-002	Активный одноканальный барьер для питания 2-проводных датчиков с выходным сигналом 4...20 мА	36	
БИ-003	Пассивный одноканальный барьер искрозащиты цепей термопар и 4-проводного подключения терморезистора	1	
БИ-005	Активный одноканальный барьер для обеспечения искробезопасности цепей систем сигнализации и управления с дискретными датчиками во взрывоопасных зонах	12	
БИА-101	Активный одноканальный барьер с гальванической изоляцией для обеспечения искробезопасности и питания датчиков с выходным сигналом 0/4...20 мА, преобразования в выходной сигнал 0/1...5 В	24	
НПО «ОВЕН»			
ИСКРА-ТС.01	Пассивный одноканальный барьер искрозащиты для подключения терморезисторов типа ТСМ/ТСП;	9	98×82×22
ИСКРА-АТ.01	Пассивный одноканальный барьер искрозащиты для подключения датчиков с выходным сигналом 0...5 мА, 0/4...20 мА;	30	
ИСКРА-ТП.01	Пассивный одноканальный барьер искрозащиты для подключения термопар и датчиков с выходным сигналом -1...+1 В;	6	

На рис. 1.87 представлен общий вид барьера искрозащиты Искра ТС.01 производства НПО «Овен».

Барьеры искрозащиты выпускаются рядом зарубежных фирм, среди которых, прежде всего, следует отметить фирму **Eicon Instruments** (Италия), входящую с 2001 г. в состав группы компаний **Pepperl+Fuchs** (Германия). Фирма выпускает барьеры искрозащиты с гальванической развязкой серии К, серий HiD 2000 и HiD 3000, барьеры искрозащиты на стабилитронах серии Z.

В табл. 1.61 приведены характеристики барьеров искрозащиты с гальванической изоляцией серии 400 фирмы Eicon Instruments, а на рис. 1.88 показан общий вид барьеров искрозащиты Eicon pZ600.

Таблица 1.61. Характеристики барьеров искрозащиты с гальванической изоляцией серии 400 фирмы Eicon Instruments

Управление техническими системами

Тип модуля	Число каналов	Входной сигнал во взрывобезопасной зоне	Выходной сигнал во взрывоопасной зоне	Питание	Общие характеристики
μD411	1	«СК»	Релейный выход	24 VDC (25 mA)	Рабочая температура 0...60°C; изоляция 2500 V (для серии 400);
μD412	2	«СК»	Релейный выход	24 VDC (25 mA)	
μD431/432	1/2	«СК»	Релейный выход, 2A	24 VDC (15 mA)	
μD441/442	1/2	«СК»	2 оптотранзистора	24 VDC (20 mA)	Подключение «под винт»; габариты: 16,4×112×92 мм.
μD471/472	1/2	20...30 VDC	2 оптотранзистора (40 mA при 24 VDC, 10 mA при 12 VDC), нагрузка 300 Ом	20...30 VDC	

Рабочий режим модуля конфигурируется пользователем: вход — контакт или проксимитор; входной контакт — нормально разомкнут или нормально замкнут; выходной транзистор нормально закрыт или нормально открыт; сигнализация обнаружения повреждения линии.

К другим барьерам искробезопасности с гальванической развязкой относятся 4-канальные модули дискретного ввода-вывода НШ серии 2000. Модули имеют светодиодные индикаторы статуса сигнала и аварии, малую потребляемую мощность, монтируются на объединительной плате.

Модули HiD серии 3000 объединяются по шине Fieldbus. Задание и контроль параметров с управляющего персонального компьютера осуществляются через шину Profibus.

Группой компаний **Pepperl+Fuchs** выпускается искробезопасная система интерфейсов дистанционного процесса IS-RPI (**Remote Process Interface**). Искробезопасные блоки ввода-вывода могут устанавливаться



Рис. 1.87

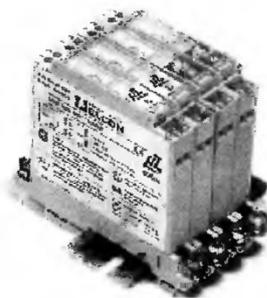


Рис. 1.88

прямо во взрывоопасной зоне, что значительно сокращает стоимость электропроводки. Каждый функциональный модуль соединяет 16-канальные блоки ввода-вывода. Межсетевой интерфейс питает до 8 функциональных модулей и соединяет

Управление техническими системами

их с внешней полевой шиной (Profibus, ControlNet, Modbus, Foundation Fieldbus). Таким образом, один межсетевой интерфейс обеспечивает питание и сопряжение до 128 входов-выходов с полевой шиной.

В табл. 1.62 представлены функциональные модули искробезопасной системы IS-RPL.

Таблица 1.62. Функциональные модули искробезопасной системы IS-RPI

Тип модуля	Функция	Число каналов	Общие характеристики
RSD-BI-Ex16	Двоичный вход	16	HART- совместимость; искробезопасное питание во взрывобезопасном корпусе; «горячая» замена модулей
RSD-BO-Ex4	Двоичный вход	4	
RSD-CI-Ex8	Аналоговый вход	8	
RSD-CI-Ex8.H	Аналоговый вход с протоколом HART	8	
RSD-CO-Ex8	Аналоговый вход	8	
RSD-CO-Ex8.H	Аналоговый выход с протоколом HART	8	Возможность передачи сигналов из взрывоопасной зоны световодными линиями связи
RSD-TI-Ex8	Аналоговый температурный преобразователь (термопары и термометы сопротивления)	8	
RSD-CT1-Ex2	Счетчик	2	

1.9.4 Блоки питания

Блоки питания предназначены для преобразования сетевого напряжения 220 В переменного тока в стабилизированное напряжение 24 или 36 В постоянного тока. Большинство контроллеров, сенсорных датчиков и датчиков с унифицированным выходным токовым сигналом требуют питающего напряжения 24 В постоянного тока. Ряд датчиков и измерительных преобразователей давления (разрежения), перепада давлений и др. питаются напряжением 36 В постоянного тока.

По числу выходных каналов есть блоки питания с числом выходных каналов от одного до восьми. Одними из важнейших характеристик блоков питания являются поканальная гальваническая развязка, защита от перегрузки и короткого замыкания и др. Ряд блоков питания имеют светодиодную индикацию включения и перегрузки по каждому каналу, совмещение функций блока питания, преобразования, корнеизвлечения и др.

Большинство блоков питания характеризуются коэффициентом пульсации выходного напряжения ($\pm 0,1\%$ при колебании питающего напряжения $\pm 10\%$). Отдельные модификации блоков питания имеют взрывозащищенное исполнение.

В табл. 1.63 представлены модификации блоков питания отечественного производства.

Управление техническими системами

Таблица 1.63. Блоки питания отечественного производства

Тип	Выходное напряжение, В	Число выходных каналов	Максимальный ток нагрузки на канал, мА	Вид монтажа	Потребляемая мощность, Вт	Габариты (Ш×В), мм
Метран-602	24	2	120	Щитовой	10	72×160
Метран-604	24	4	80	DIN-рельс	17	70×75
Карат-22	24 (36)	1...8	50...100	Щитовой	15...60	76×170
БПД-40Ех	24	1; 2	< 100	Щитовой	6; 9	72×144
БП96/24-4	24	4	80	щитовой	15	48×96
БП96/36-4 (ГК «Метран»)	36	4	80	DIN-рельс	25	70×75
БП-99/24	24	2	300	Щитовой	30	70×125
БП-99/36	36	2	200	Щитовой	30	70×125
БП 2036А/36-4	36	4	45	Щитовой	20	80×160
БП2036А/36-8	36	8	25	Щитовой	20	80×160
БПИ 24-1/1 (НПП «Элемер»)	24	1	1000	DIN	30	30×78
СГТОР Smart 24В/10А (Siemens)	24	1	10А	DIN	200	70×125
СГТОР Модульный 24В/40А	24	1	40А	Щитовой	720	240×125

1.9.5 Измерительные преобразователи тока и напряжения

Преобразователи однофазного и трехфазного тока и напряжения применяются в качестве датчиков переменного тока для электроизмерительных приборов и систем, счетчиков, анализаторов количества и качества энергии, АСКУЭ, защиты электродвигателей и др. потребителей электроэнергии. Преобразование тока и напряжения до уровня 1 (5) А и 100 В осуществляются с помощью трансформаторов тока и напряжения, которые выпускаются многими отечественными и зарубежными фирмами [1.110].

1.9.5.1 Трансформаторы тока

Трансформатор тока предназначен для измерения и контроля больших токов с использованием стандартных измерительных приборов и устройств автоматического управления и контроля. Одновременно трансформаторы тока служат для изоляции аппаратуры от потенциала сети, в которой производится измерение.

Трансформаторы тока Т-0,66 и ТШ-0,66 предназначены для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам в установках переменного тока частоты 50 Гц с номинальным напряжением до 0,66 кВ включительно. Трансформатор тока Т-0,66 является катушечным, а трансформатор ТШ-0,66 — шинным.

Трансформаторы класса точности 0,25; 0,2; 0,55; 0,5 применяются в схемах энергоучета для расчета с потребителями, класса точности 1 — в схемах измерения.

Трансформаторы предназначены для эксплуатации в климатическом исполнении V категории размещения 3 по ГОСТ 15150.

Управление техническими системами

Для трансформатора ТШ-0,66 первичной обмоткой служит шина распределительного устройства, пропускаемая через окно трансформатора. Выводы вторичной обмотки расположены на корпусе трансформатора и закрываются защитной крышкой, что исключает несанкционированный доступ к трансформатору в процессе эксплуатации.

Трансформаторы выполнены в пластмассовом корпусе. По специальному заказу возможна поставка трансформаторов в корпусе из самозатухающих пластмасс. Трансформаторы крепятся к заземленным конструкциям с помощью фланцев или лап (усиленный вариант на токи 20-400 А).

Трансформаторы ремонту не подлежат. Номинальный класс точности трансформаторов Т-0,66 — 0,2; 0,5S; 0,5; 1,0. Номинальные первичные токи — 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000 А.

Номинальный вторичный ток — 5 А. Коэффициент трансформации 2; 3; 4; 6; 8; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 80; 100; 120; 160; 200. Номинальное напряжение — 0,66 кВ. Средняя наработка на отказ порядка 200000 ч.

В табл. 1.64 приведены характеристики трансформаторов тока

Таблица 1.64. Характеристики трансформаторов тока Т-066

Номинальный первичный ток, А	Номинальная вторичная нагрузка, ВА	Класс точности
5÷75, 100, 150	5	0,5
20÷75, 100, 150, 200	10	
100	5	1
150		0,5
150		1
200		0,5
250		0,5
300, 400		0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5

Условия эксплуатации трансформаторов: температура от -45 °С до + 40 °С, габаритные размеры 87x125x93 мм, масса не более 1,3 кг.

На рис. 1.89 показан общий вид трансформаторов Т-0,66 (а) и ТШ-0,66 (б).

Шинные трансформаторы тока ТНШЛ-0,66. Трансформаторы предназначены для встраивания в комплектные распределительные устройства (КРУ) и служат для передачи сигнала измерительной информации измерительным приборам или устройствам защиты и управления в установках переменного тока частоты 50 или 60 Гц с номинальным напряжением до 0,66 кВ включительно (рис. 1.90).

Опорные трансформаторы тока ТОП-0,66 предназначены для работы в следующих условиях: высота над уровнем моря не более 1000 м; температура окружающей среды при эксплуатации от -45 до +50 °С, при транспортировании и хранении от -50 до +50 °С; окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая пыли, химически активных газов и паров в концентрациях,

Управление техническими системами

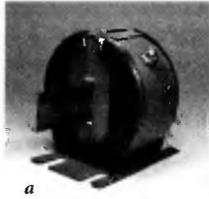


Рис. 1.89

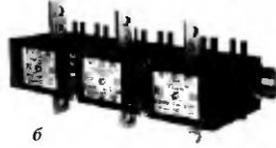


Рис. 1.90



Рис. 1.91



Рис. 1.92

разрушающих покрытия металлов и изоляцию; рабочее положение — любое.

Измерительные трансформаторы тока серии ТТ компании LEM. Компания **LEM**, ведущий разработчик решений в области измерения электрических параметров, представляет высокоэффективный трансформатор тока с разрезным сердечником Split-core для мониторинга активной мощности (рис. 1.91).

Отличительные особенности:

- измерение переменного тока первичной обмотки от 0 до 100 А;
- высокие точность, линейность и незначительный сдвиг фаз между первичной и вторичной обмотками;
- сердечник трансформаторов ТТ выполнен из нового типа феррита с улучшенной магнитной проницаемостью, что позволяет осуществлять точные измерения сигналов переменного тока в расширенном диапазоне частот 50/60 Гц. Трансформаторы серии ТТ отличаются высокой точностью, имеют лучший показатель при меньших значениях тока первичной обмотки. Ферритовый материал обеспечивает линейность 0,1% и низкий сдвиг фаз между измеряемым напряжением и током. В отличие от использующихся многослойных материалов FeSi или FeNi, новый плотный материал характеризуется незначительными воздушными зазорами, благодаря чему трансформаторы нечувствительны к старению и температурным изменениям.

Технические параметры трансформаторов тока ТТ50-SD и ТТ100-SD:

- ✚ два диапазона измерения тока первичной обмотки: 50А и 100А;

Управление техническими системами

- ✚ габариты ТТ50-SD: 36,5x43x31,5 мм с диаметром отверстия 8 мм; ТТ100-SD: 36,5x43x31,5 мм с диаметром отверстия 16 мм;
- ✚ выходной ток ТТ50-SD до 16 мА, ТТ100-SD — 33 мА;
- ✚ коэффициент трансформации 3000:1.

Трансформаторы тока ASR компании MBS Sulzbach Messwandler GmbH (рис. 1.92). Измерительные трансформаторы с круглым отверстием под кабель или втулку серии ASR, встраиваются в соединения шин или в место подключения кабеля к шине. Втулки из высококачественной меди обеспечивают прочное соединение.

Отличительные особенности:

- первичные токи 30... 1000 А;
- вторичный ток 1 или 5 А;
- классы точности 1,0, 0,5, 0,2, 0,5s, 0,2s;
- диаметр отверстия под втулку 21, 22,5, 42мм;
- толщина трансформаторов 44, 48,5, 49,5, 60мм.



Рис. 1.93

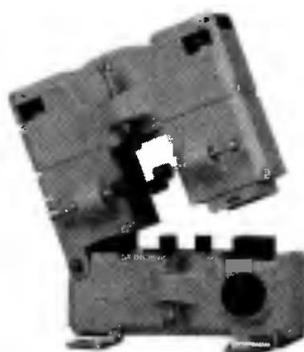


Рис. 1.94

Трансформаторы тока ASK (рис. 1.93). Измерительные трансформаторы серии ASK, имеют универсальное или прямоугольное отверстие с фиксаторами.

Отличительные особенности:

- ❖ первичные токи 30...7500 А, вторичный ток 1 или 5 А;
- ❖ классы точности 1,0,0,5,0,2,0,5s, 0,2s;
- ❖ универсальное и прямоугольное окно для шин от 20x5 до 130x130 мм.
- ❖ универсальное окно также для кабеля/ втулки/шпильки диаметром от 17,5 до

Трансформаторы тока KBU (рис. 1.94). Измерительные трансформаторы тока с разъемным сердечником серии KBU обеспечивают легкую замену при изменении нагрузки на шине в случае модернизации объекта. Регулируемые фиксаторы обеспечивают надежное закрепление трансформатора в любом положении на шинах меньше размера окна. Вторичный ток 1 или 5 А. Класс точности 1,0 и 0,5.

Трансформаторы тока с преобразователем 4...20 мА фирмы CIRCUTER (Испания). Трансформаторы тока серий Т1-420, ТР-420, ТСМ-420, ТСВ-420 представляют собой трансформаторы тока и измерительные преобразователи в одном устройстве. Применяются в системах измерений и автоматики, требующих стандартные входные сигналы постоянного тока 4...20 мА.

Для питания преобразователей необходим либо источник постоянного тока 10...28В или 7,5...36 В (ТТ420, ТР-420, ТС-420), либо 220...230 В переменного тока (ТСМ-420, ТСВ-420). Для преобразователя ТС 020 дополнительного питания не требуется.

При монтаже трансформаторы тока закрепляются на шине или на любой несущей поверхности. Модель ТСМ-420 монтируется на DIN-рейку. Трансформаторы тока ТР-420 с разъемным сердечником применяются для монтажа на существующих сетях. Их конструкция позволяет вести монтаж



Рис. 1.95



Рис. 1.96

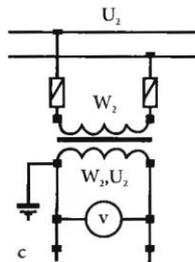


Рис. 1.97

без отсоединения шин и без отключения напряжения.

Серия трансформаторов тока Т1-420-35 (-70, -105) различается отношением токов входа/выхода, равным 2,5; 5; 10; 20; 50; 100; 250; 500; 750; 1000 и 1500.

Трансформаторы тока применяются в диапазоне температур -10...+50°С, продолжительная перегрузка до 1,5 I_{ном}.

При необходимости установки трансформаторов тока и напряжения во взрывоопасной среде выбирается взрывобезопасное исполнение, либо трансформаторы помещаются в специальные корпуса для использования во взрывоопасных средах. Например, корпуса типа Cubo XPCP фирмы Ensto Control Oy (Финляндия) с категорией взрывозащиты Exe IIU или др.

Материал корпусов поликарбонат или металл.

На рис 1.95 и 1.96 показаны трансформаторы тока фирмы CIRCUTOR с разъемным магнитопроводом и с креплением на DIN-рейку.

Основные технические характеристики трансформаторов токов фирмы CIRCUTOR приведены в табл. 1.65.

Управление техническими системами

Таблица 1.65. Технические характеристики трансформаторов токов фирмы CIRCUTOR

Тип/ серия	ТТ-420		ТТ-420			ТСМ-420		ТСВ-420	ТС-420			ТС-020		
	35	70	23	58	88	25	35	70	ТС5	ТС6	ТС8	ТС5	ТС6	ТС8
Диам. под кабель, мм	35	70	—	—	—	25	35	70	20	28	44	20	28	44
Размер под шину, мм	—		20×30	50×80	80×80	—		70	25×5	40×10	60×12	25×5	40×10	60×10
2,5 А	X					X								
5 А	X		X			X			X			X		
10 А	X		X			X	X		X			X		
20 А	X		X			X	X		X			X		
50 А	X		X			X	X		X				X	
100 А	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	
200 А			X			X	X		X				X	
250 А	X	X	X	X	X			X						
300 А							X		X				X	
500 А		X	X	X	X			X			X			X
750 А		X		X	X			X						
1000 А					X						X			X

1.9.5.2 Трансформаторы напряжения

Трансформаторы напряжения предназначены для преобразования высокого напряжения до стандартного значения 100 В и для гальванической изоляции цепей высокого напряжения от измерительных цепей и цепей релейной защиты. Вторичную обмотку трансформатора рекомендуется заземлять (рис. 1.97).

Среди большого числа трансформаторов напряжения, выпускаемых различными фирмами, освоены в производстве трансформаторы малой мощности со встроенными защитными предохранительными устройствами, трансформаторы класса точности 0,05; 0,1 и 0,2.

Известны понижающие трансформаторы типов ОСО, ОСОБ, ТБС2, ОСМ1 и др.

Понижающие трансформаторы серии ОСО-0,25 выпускаются на напряжения 127/12, 127/36; 220/12 (24, 36, 42, 110); 380/12, 380/220. Понижающие трансформаторы серии ОСОВ-0,25 выпускаются на напряжения 127/12; 220/12 (24, 36, 42, 127); 380/36 (42, 127). Трансформаторы ТБС2-0Д УЗ выпускаются на напряжения 220/36-12, 220/24-12, 380/15-22.

ГОСТ на трансформаторы напряжения измерительные лабораторные 23625-2001 устанавливает номинальную мощность трансформаторов из ряда 5; 10; 15; 25 В-А.

1.10. Исполнительные механизмы

Исполнительные механизмы (электрические, пневматические, гидравлические) предназначены для перемещения (поворотного или поступательного) регулирующего органа в системах управления технологическими процессами. В качестве регулирующих органов в АСУ ТП используются запорные и регулирующие односе-

Управление техническими системами

дельные и двухседельные клапаны, клапаны типа «бабочка», шаровые запорные и регулирующие краны, пробковые краны, заслонки (шибера), поворотные дисковые затворы и др.

1.10.1 Электрические исполнительные механизмы

Электрические исполнительные механизмы (ЭИМ) по принципу действия делятся на электромагнитные (соленоидные) и моторные. Электромагнитные ЭИМ представляют собой электромагнит с плунжером, связанным с регулирующим органом (РО). При подаче командного импульса на электромагнит плунжер втягивается внутрь электромагнита, перемещая РО. При снятии сигнала плунжер под действием возвратной пружины устанавливается в начальное положение. В зависимости от конструкции РО электромагнитные ЭИМ имеют исполнение НО («нормально открыт») или НЗ («нормально закрыт»). Ввиду того, что РО может занимать одно из двух крайних положений («закрыто» или «открыто») электромагнитные ЭИМ применяются в схемах двухпозиционного регулирования, а также в схемах аварийной защиты и блокировки. ЭИМ имеют ряд преимуществ перед пневматическими и гидравлическими ИМ. Подвод питания осуществляется по проводам, монтаж и эксплуатация которых значительно проще, чем монтаж импульсных линий. Недостатком ЭИМ является некоторый выбег сервомотора и люфты редуктора.

Управление электрическим исполнительным механизмом (ЭИМ) осуществляется контактным способом (с помощью контактов реле или магнитного пускателя) или бесконтактным способом (с помощью бесконтактных ключей пускателей, тиристорных или симисторных ключей).

Для контроля положения вала ЭИМ и регулирующего органа ЭИМ комплектуется контактным блоком сигнализации положения (блок концевых выключателей) или бесконтактным (индуктивный, реостатный или токовый). Блок концевых выключателей (БКВ) обеспечивает сигнализацию при нахождении вала ЭИМ в крайних положениях и прерывание перемещения вала в соответствующем направлении.

Концевые выключатели могут быть смещены (раздвинуты или сдвинуты) в пределах сектора угла поворота вала ЭИМ. Поворот вала ЭИМ составляет для большинства однооборотных ЭИМ 0,25 оборота (90°) или 0,63 оборота (225°).

Одним из крупнейших российских производителей ЭИМ является ОАО «Завод Электроники и Механики (ЗЭИМ)» (г. Чебоксары) [1.111]. Предприятие выпускает блоки сигнализации положения индуктивные БСПИ (диапазон 0... 10 мГн), блоки сигнализации положения реостатные БС1ГР (диапазон 0... 120 кОм), блоки сигнализации положения токовые БСГТТ (диапазон 0...5, 0...20 или 4...20 мА). Также

Управление техническими системами

для сигнализации положения регулирующего органа ЗИМ может комплектоваться механизмом сигнализации положения МСП-1. Выходной сигнал МСП-1 токовый (0...5 мА при сопротивлении нагрузки 2,5 кОм и 0.. .20 мА, 4.. .20 мА при сопротивлении нагрузки до 1 кОм). Питание блока МСП-1 составляет 220 В, 50 Гц. Для взрывозащищенного исполнения выпускаются блоки сигнализации положения соответственно БСПР-ПВТ6, БСПТ-НВТ6 и блоки концевых выключателей БСП-ПВТ6. Некоторые МЭО имеют ручной маховик для поворота вала редуктора без помощи электродвигателя.

В зависимости от климатических условий работы ЗИМ по ГОСТ 15150 имеют различное климатическое исполнение: У2 (-30...+50°С, относительная влажность до 100% без конденсата), У3 (-10...+50°С, относительная влажность до 95% без конденсата), Т2 (-10...+50°С, относительная влажность до 100% без конденсата), Т3(+5...+50°С, относительная влажность до 100% без конденсата) и ряд др.

В табл. 1.66 приведены характеристики ЭИМ ОАО "ЗЭИМ".

Таблица 1.66. Характеристики ЭИМ ОАО «ЗЭИМ»

Тип	Потребляемая мощность, Вт	Тип электродвигателя	Тип командного устройства	Габаритные размеры, мм
МЭО-6,3/10-0,25-01	46	ДСОР-68-0,25-150 ¹⁾	ПБР-2М	230×200×185
МЭО-16/63-0,25-01	46	ДСОР-68-0,25-150	ПБР-2М	230×200×185
МЭО-40/10-0,63-99К	95	ДСТР-110-0,6-136 ²⁾	ПБР-3А	235×200×185
МЭО-100/63-0,63-99К	170	ЗДСТР-135-1,6-150 ³⁾	ПБР-3А	440×315×305
МЭО-250/63-0,63-99К	250	ЗДСТР-135-4,0-150	ПБР-3А	440×315×305
МЭО-630/63-0,63-92КБ	200	АИР-56А4	ПБР-3А	445×452×402
МЭО-10/10-0,25-ПВТ4-00	110	ДСТР-116-0,6-136-ПВТ4	ПБР-2М	410×265×305
МЭО-16/10-0,25-ПВТ4-00	110	ДСТР-116-1,6-136-ПВТ4	ПБР-2М	410×265×305
МЭО-40/25-0,25-ПВТ4-00	170	ДСТР-116-1,6-136-ПВТ4	ПБР-2М	410×265×305
МЭОФ-6,3/10-0,25-02	46	ДСОР-68-0,25-136	ПБР-2М1	245×200×185
МЭОФ-16/63-0,25-02	36	ДСОР-68-0,25-136	ПБР-2М1	245×200×185
МЭОФ-40/160-0,63-02	46	ДСОР-68-0,25-136	ПБР-2М1	245×200×185
МЭОФ-6,3/12,5-0,25-ПВТ5-03	60	ДСТР-116-1,0-136-ПВТ4	ПБР-3А	320×150×210
МЭМ-6,3/63-10-96	6,3	АИР 56В4	ПБР-3А	255×150×285
МЭМ-16/63-10-96	16		ПБР-3А	255×150×285
МЭМ-63/63-10-ПВТ4-98	6,3		ПБР-3А	152×280×500
МЭП-25000/100-50-99	200	Номинал. усилие на штоке: 25 000 Н; ход штока- 50 мм	ПБР-2М1	325×330×720
МЭП-20000/240-120-00	200	Номинал. усилие на штоке: 20 000 Н; ход штока 120 мм	ПБР-3А	325×330×840
ПЭОЗ-13-1,5-02К ⁴⁾	100	ДСТР-110-0,6-136	ПБР-3А	—
ПЭОЗ-21-1,5-ПВТ4-02	110	ДСТР-116-0,6-ПВТ4	ПБР-3А	375×265×305
ПЭОМ-8/80-0,25-02	10	АИР 63А6	ПБР-2М	—
ПЭМ-А7	180	Асинхронный. Настройка номинал. крутящего момента 25...70 Н·м; число оборотов 10...45	ПБР-2М	373×332×559

¹⁾ ДСОР-68 — малогабаритный синхронный двигатель с числом оборотов вала 150 об/мин.

²⁾ ДСТР-110 — малогабаритный синхронный двигатель с числом оборотов вала 136 об/мин.

³⁾ ЗДСТР-135 — малогабаритный синхронный двигатель с числом оборотов вала 150 об/мин.

⁴⁾ ПЭОЗ-13-1,5-02К: 13 — номинальный крутящий момент, 13Н; 1,5 — скорость вращения вала, 1,5 об/мин.

Управление техническими системами



Рис. 1.98



Рис. 1.99

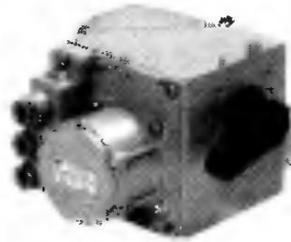


Рис. 1.100



Рис. 1.101

Пример обозначения электрического исполнительного механизма ЗЭИМ:

МЭО-16/10-0,25И-ПВТ4-00-КБ-У2

МЭО — механизм электрический однооборотный;

16 — номинальный крутящий момент на выходном валу, 16 Н·м;

10 — номинальное время полного хода выходного вала, 10 с;

0,25 — номинальный полный ход выходного вала, 0,25 об. (90°);

И — индуктивный блок сигнализации положения выходного вала;

ПВ — категория взрывоопасности смеси;

Т4 — температура воспламенения смеси от 135 до 200 °С;

00 — год разработки, 2000 г.;

К — трехфазное напряжение питания;

Б — токовый датчик и встроенный блок питания;

У2 — климатическое исполнение.

Помимо однооборотных механизмов типа МЭО ОАО «ЗЭИМ» выпускает механизмы однооборотные фланцевые — МЭОФ, многооборотные — МЭМ, прямо-

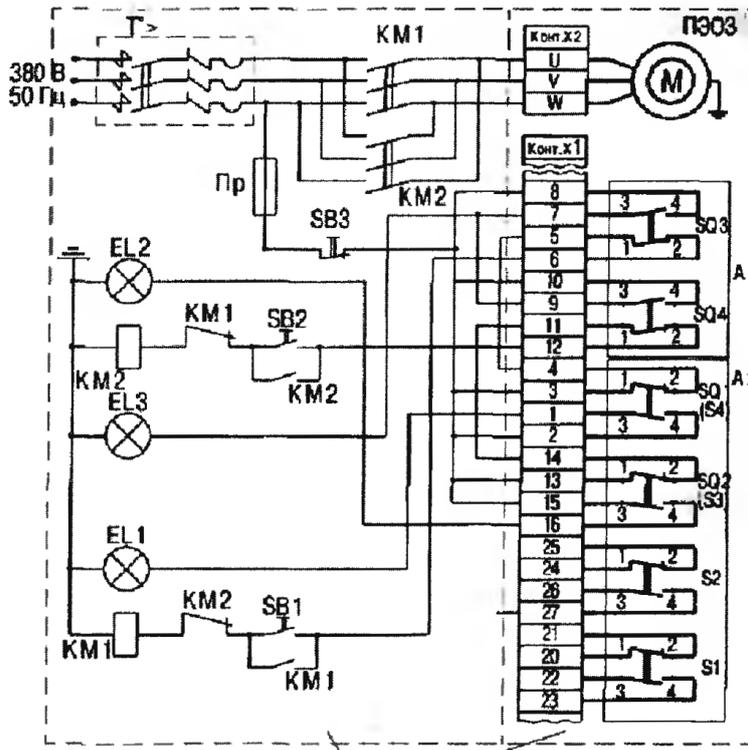


Рис. 1.102

ходные — МЭГТ и МЭПК, приводы однооборотные запорные — ПЭОЗ, приводы однооборотные малой мощности — ПЭОМ, приводы многооборотные — ПЭМ. Механизмы МЭО объединяются с регулирующим органом посредством рычагов и тяг. Механизмы МЭОФ, МЭМ, МЭП и приводы ПЭОЗ, ПЭОМ и ПЭМ устанавливаются непосредственно на трубопроводную арматуру.

На рис. 1.98 представлен механизм типа МЭО-6,3, на рис. 1.99 — МЭО-630, на рис. 1.100 — МЭОФ 250/ 63-0.25-ПВТ4-01. На рис. 1.101 показан привод однооборотный запорный ПЭОЗ-ОЗК.

Помимо ОАО «ЗЭиМ» электрические исполнительные механизмы выпускаются рядом предприятий РФ, среди которых МЗТА, ОАО «Тулаэлектропривод», ЗАО «НПП «Автоматика» (г. Владимир), ОАО НПП «Эра» (г. Пенза), ЗАО «Армагус» (г. Гусь-Хрустальный), а также «Днепродзержинский завод электрических исполнительных механизмов» (Украина), «Термо-К» (Беларусь) и др.

На рис. 1.102 приведена схема дистанционного управления электропривода ПЭОЗ-ОЗК.

1.10.2 Электропривод с преобразователем частоты

Управление техническими системами

Необходимость регулирования скорости вращения механизмов возникает во многих производственных процессах. Это насосы, вентиляторы, конвейеры, подъемно-транспортное оборудование, станки, вытяжные машины, центрифуги, мельницы, экструдеры, буровые механизмы и др.

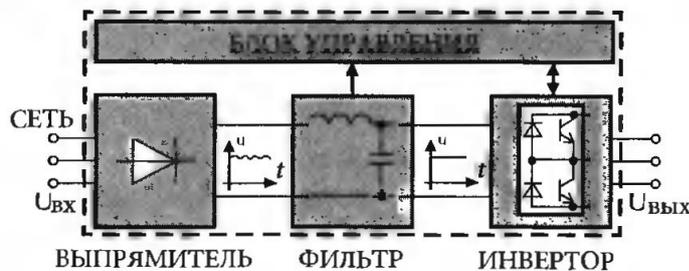
Наибольшее применение в промышленности нашли преобразователи частоты с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором. Регулирование скорости вращения вала двигателя осуществляется путем изменения частоты и напряжения питания двигателя. Преимуществом такого электропривода является его простота и надежность, вызванная отсутствием трущихся частей (коллектора и щеток, характерных для электропривода постоянного тока), механических узлов (характерных для механических вариаторов скорости) или гидросистем (для гидравлического двигателя).

Основными достоинствами регулирования скорости двигателя с помощью преобразователя частоты являются:

- высокая точность поддержания заданной скорости;
- мягкий пуск без механических и электрических перегрузок;
- регулируемое время ускорения и замедления вращения;
- возможность дистанционного управления приводом, в том числе по локальной сети;
- экономия электроэнергии (режим энергосбережения);
- возможность работы двигателя во взрывоопасной зоне;
- увеличение срока службы привода;
- снижение эксплуатационных затрат и др.

Преобразователь частоты состоит из стандартного выпрямителя однофазного или трехфазного напряжения питания, звена постоянного тока (фильтра) и инвертора с реализацией алгоритмов скалярного или векторного управления для разомкнутой или замкнутой систем. Как правило, инвертор выполнен на базе силовых транзисторных ключей IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor — биполярный транзистор с изолированным затвором), способных работать при высоких токе и напряжении и высокой частоте коммутации (рис. 1.103). Новые силовые модули IPM (Intelligent Power Modules) в ближайшие годы могут заменить IGBT.

Управление техническими системами



Принцип работы и устройство преобразователей частоты рассмотрены в работах [1.112-1.117]. К основным техническим характеристикам различных типов частотно-регулируемых электроприводов относятся:

- максимальные выходная мощность и ток преобразователя частоты и максимальная мощность электродвигателя;
- вольт-частотный и (или) векторный способы управления скоростью;
- перегрузочная способность преобразователя частоты;
- диапазон регулирования частоты (скорости) при управлении с датчиком или без датчика обратной связи;
- функция автоматического энергосбережения при работе с насосами и вентиляторами;
- защитные функции преобразователя (защита от короткого замыкания, перегрева, холостого хода, обрыва фаз, бросков напряжения и др.);
- автоматический рестарт после пропадания сетевого напряжения с возможностью «подхвата» частоты вращения;
- работа по циклограмме;
- способы торможения двигателя (торможение постоянным током с внутренним или внешним тормозным резистором, комбинированное, рекуперативное и скольжением);
- наличие встроенных ГТИ-, ПИД-регуляторов, последовательных интерфейсов;
- характеристики и число входных и выходных сигналов;
- программное обеспечение работы электропривода;
- многофункциональная панель управления (пульт оператора);
- возможность синхронного управления несколькими приводами от одного преобразователя и ряд др.

Как правило, мощность частотного преобразователя выбирается равной (или чуть больше) мощности электродвигателя. Это правило распространяется на электродвигатели с номинальным числом 1500 и 3000 об/мин. При использовании др.

Управление техническими системами

электродвигателей или в некоторых особых случаях выбор частотного преобразователя должен соответствовать условию, при котором номинальный выходной ток преобразователя должен быть не меньше номинального тока электродвигателя.

Для повышения надежности работы преобразователя в его схеме предусмотрены сетевые (входной и выходной) дроссели, фильтры электромагнитной совместимости (ЭМС-фильтры), соответствующие нормам излучения EN 55011 класса А и В, радиочастотные фильтры и др. аксессуары.

Входной дроссель применяется для компенсации высших гармоник из сети в преобразователь и обратно, а также для защиты конденсаторов промежуточного контура, диодов и тиристоров выпрямителя при бросках тока в сети и нагрузке.

Выходной дроссель используется при длине кабеля между преобразователем и электродвигателем более 50... 100 м. Назначение дросселя— подавление высокочастотных гармоник в токе двигателя, вызывающих его дополнительный нагрев. Преобразователь формирует ток в обмотках двигателя методом широтно-импульсной модуляции (ШИМ) по синусоидальному закону. Высокая частота ШИМ гарантирует бесшумную работу электродвигателя. К другим функциям выходного дросселя относятся ограничение амплитуды тока короткого замыкания за счет индуктивности дросселя, компенсация емкостного тока в случае длинного кабеля, сглаживание бросков напряжения на обмотках двигателя и др. Выбор дросселя зависит от напряжения сети, диапазона рабочих частот и максимального тока электродвигателя.

Радиочастотные фильтры используются для снижения радиочастотных помех, излучаемых преобразователем в питающую сеть. ЭМС-фильтры снижают излучение силовой части аппаратуры привода до пределов, необходимых в соответствии со стандартом EN 55011 класс А и В. Класс А — длина экранированного силового кабеля до 100 м, класс В — длина кабеля до 20 м. При установке ЭМС-фильтра контролируется ток заземления (утечки), величина которого для преобразователя со встроенным или внешним ЭМС-фильтром не должна превышать порядка 30 мА.

Выбор преобразователя частоты со скалярным или векторным способом управления определяется требуемой мощностью преобразователя, видом нагрузки и др. требованиями. Традиционно преобразователи частоты со скалярным способом управления применяются для управления электродвигателями небольшой мощности. В большинстве преобразователей частоты предусмотрены как скалярный, так и векторный алгоритмы управления.

Управление техническими системами

Принцип скалярного способа управления состоит в том, что скорость вращения магнитного поля статора пропорциональна частоте источника питания. При вольт - частотном способе управления, когда $U = F(f)$, электромагнитный момент зависит от частоты и напряжения питания. В зависимости от вида нагрузки используются различные формы взаимосвязанного управления напряжением и частотой:

- при постоянном моменте нагрузки: $U_s/f_s = \text{const}$;
- при постоянной мощности: $U_s / \sqrt{f_s} = \text{const}$.

В случае вентиляторной нагрузки, когда нагрузка зависит от скорости, - имеем квадратичную зависимость: $U_s/ f_s^2 = \text{const}$.

Для реализации принципа скалярного управления следует согласованно управлять напряжением (током) статора электродвигателя при изменении частоты питания. В режиме скалярного управления используются схемы с датчиком скорости или без него. Для улучшения качества выходных характеристик в алгоритм скалярного управления без датчика обратной связи введена функция компенсации скольжения, при которой частота тока статора определяется алгебраической суммой заданной и текущей частоты вращения ротора. Также известен алгоритм скалярного управления с контролем потокосцепления ротора (FCC — Flux Current Control), которое поддерживается постоянным. В переходных режимах, однако, величина потокосцепления не является постоянной, что ухудшает динамические характеристики электропривода. Этот недостаток устраняется в электроприводе с системой векторного управления. Системы векторного управления называют также системами с ориентированием поля электродвигателя [1.115].

При использовании режима векторного управления возможно управление с постоянным крутящим моментом на валу (СГ — Constant Torque) или переменным крутящим моментом (VT — Variable Torque). Управление переходными процессами электродвигателя переменного тока основано на следующих переменных состояниях: вектор тока статора I_s , вектор тока ротора I_r , потокосцепление статора ψ_s , потокосцепление ротора ψ_r . Преобразование сигналов, пропорциональных переменным состояниям, осуществляется с помощью преобразователя координат.

Векторное управление при разомкнутой системе (без датчика обратной связи по скорости) обеспечивает поддержание скорости с точностью порядка $\pm 0,5\%$ и диапазон скоростей 1:100. В этом режиме скорость вращения вала может быть рассчитана путем точного измерения формы сигнала и обратной связи по трем выходным фазам привода. Векторное управление в замкнутом контуре (с импульсным

Управление техническими системами

датчиком скорости) обеспечивает более высокое быстродействие и повышенную точность по скорости (от $\pm 0,02$ до $\pm 0,001\%$), а также широкий диапазон скоростей 1:1000. В качестве датчика обратной связи используется энкодер, с помощью которого производится расчет и управление углом поворота и скоростью вращения вала электродвигателя. В случае потери связи с энкодером, привод автоматически переходит в режим векторного управления с разомкнутым контуром. Известны алгоритмы векторного управления с помощью вектора тока (CFC — Current Flux Control) и вектора напряжения (VFC — Voltage Flux Control). Теоретические основы алгоритмов векторного управления и системы электропривода с векторным управлением приведены в работах [1.114-1.117].

Преобразователь частоты имеет функцию энергосбережения, позволяющую экономить от 5 до 60% электроэнергии путем поддержания оптимального КПД. Преобразователь автоматически отслеживает потребление тока, рассчитывает нагрузки и при необходимости снижает выходное напряжение. При этом снижаются потери на обмотках двигателя и повышается КПД.

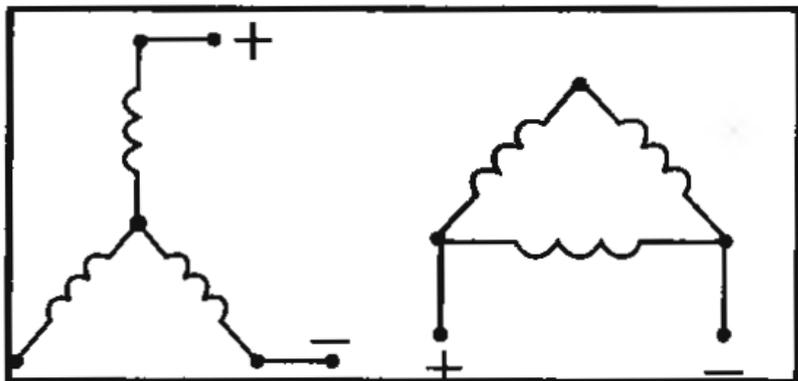


Рис. 1.104

Функции торможения основаны на подачах в одну из фаз двигателя напряжения постоянного тока (рис. 1.104). Взаимодействие магнитного поля в этой фазе с магнитным полем ротора приводит к быстрой остановке двигателя. Существует также режим генераторного торможения с подключением внутреннего тормозного резистора (до мощности примерно 7,5 кВт) или внешнего при больших мощностях.

На рис. 1.105 приведена схема подключения силовых цепей и цепей управления преобразователя частоты Micromaster 420 фирмы Siemens.

Имеется ряд других функций, а именно:

Управление техническими системами

- функция встроенного ПИД-регулятора и разнообразных модулей расширения позволяет организовать контроль и управление технологическими параметрами, интегрируя преобразователь частоты в существующие и проектируемые системы управления;
- функция многоступенчатого регулирования скорости с переключением электропривода на ряд фиксированных скоростей;
- функция предотвращения опрокидывания ротора или функция ограничения момента при разгоне, торможении и в процессе работы; при разгоне, торможении в случае задания большого ускорения и недостатка мощности двигателя увеличивается время разгона (торможения); при перегрузке – снижается скорость вращения двигателя;
- функция «подхвата» скорости (частоты) работающего двигателя; в случае пуска преобразователя при вращающейся нагрузке для предотвращения опрокидывания используется функция поиска скорости (функция подхвата работающего двигателя); после определения скорости вращения нагрузки привод начинает регулирование с текущей скорости;
- защитные функции электропривода: токовая защита двигателя от перегрузки по току; защита двигателя от перегрева; защита от короткого замыкания; -защита от перенапряжения в звене постоянного тока; защита от замыкания выходных фаз, в том числе на землю; защита от обрыва сетевых фаз; защита от колебаний напряжения (до $\pm 15\%$); защита от перегрева выходных каскадов; защита от про-

Управление техническими системами

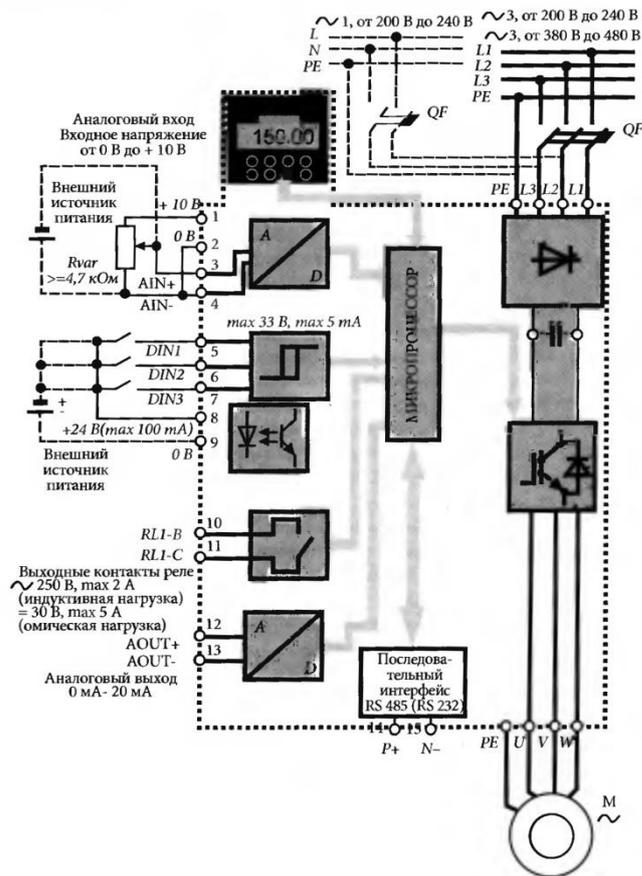


Рис. 1.105

пуска резонансных частот, могущих привести к механическому резонансу.

Интерфейс пользователя преобразователя частоты основан на принципах HMI и реализуется с помощью встроенной панели управления, программного обеспечения, сетевых плат и открытых стандартов на промышленные сети. С помощью коммуникационных модулей преобразователь частоты может быть подключен к различным открытым промышленным сетям: Modbus RTU, Modbus Plus, Profibus DP, Device Net, Interbus, Ethernet и др.

Пульт управления преобразователя служит для выполнения следующих функций:

- настройки параметров преобразователя;
- управления включением-отключением, изменения направления вращения;
- отображение основных параметров и состояния преобразователя (скорость, частота, величина тока, выходное напряжение, потребляемая мощность и др.);
- вывод сообщения об ошибках и диагностических сообщений и др.

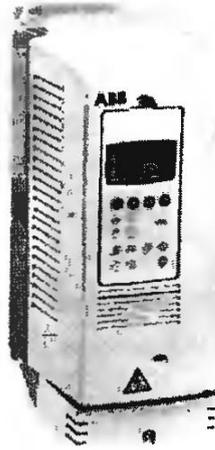


Рис. 1.106



Рис. 1.107

Для отображения параметров используется встроенный черно-белый или цветной жидкокристаллический дисплей. Имеется возможность подключения выносной ЖК-панели для управления и настройки параметров.

Программное обеспечение большинства преобразователей частоты работает под управлением ОС Windows и позволяет выполнить настройку, конфигурирование, диагностику, визуализацию, тестирование и архивирование параметров.

Большинство преобразователей имеют степень защиты IP20, однако известны модели со степенью защиты IP54 и IP65.

К настоящему времени известно свыше 50 крупных фирм, производящих различные типы преобразователей частоты. В табл. 1.67 приведены основные технические характеристики преобразователей частоты. На рис. 1.106 приведен общий вид преобразователей частоты Micromaster 440 фирмы Siemens, а на рис. 1.107 преобразователь типа FR-F 700 (до 630 кВт) фирмы Mitsubishi Electric.

Помимо перечисленных в табл. 1.67 преобразователи частоты производят фирмы Yaskawa Electric (Япония), Delta Electronics Inc. (Тайвань), Emtron AB (Швеция), LG Industrial System Co. (Корея), Matsushita Automation Controls (Япония) и др.

Таким образом, высокие технические характеристики, простота управления, компактные размеры и низкая стоимость определили широкое применение частотно-регулируемого электропривода в промышленности.

1.10.3 Сервопривод

Сервоприводом или сервомеханизмом (от латинского слова *servus* — слуга) называется устройство с обратной связью, осуществляющее за счет вспомогательного источника механическое перемещение регулирующего органа системы управ-

Управление техническими системами

ления в соответствии с сигналами управления [1.118-1.120]. Таким образом, серво-система воспроизводит на выходе с требуемой точностью входные сигналы (осуществляет высокоточное позиционирование).

Отличие сервомеханизма как следящей системы, от классической системы с обратной связью, заключается в том, что сервосистемы обладают свойством усиления мощ-

Таблица 1.67 Технические характеристики преобразователей частоты

№ п/п	Тип (фирма)	Напряжение (В), мощность (кВт)	Режим управления двигателями	Диапазон выходной частоты, Гц	Выходы	Выходы	Способ торможения	Перегрузочная способность, %	Интерфейс	Программное обеспечение
1	ACS 800-01/02 (ABB)	3- (380-415) 1,5...110 3- (380-500) 110...500	Прямое регулирование момента (DTC)	0...300	AI - 3 DI - 7	AO - 2 RO - 3 (СК)	Торможение постоянным током	150	ProfibusDP, Interbus, DeviceNet, CANopen, Modbus +, Modbus RTU, Ethernet	DriveSize, Drive OPC, DriveAP, Drive Windows 2.0
2	FR-D700 (Mitsubishi Electric)	1- (230) 0,1 - 2,2 кВт 3- (400) 0,4 - 7,5 кВт	Векторное управление	0,5...400	AI - 2 DI - 5	AO - 1 DO - 2	Торможение постоянным током	200	RS-485, Modbus RTU	VFD Setup
3	FR-A700 (Mitsubishi Electric)	3- (380-480) 0,4 ... 630	Векторное управление	0,2...400	AI - 3 DI - 12	AO - 2 DO - 6	Торможение постоянным током	120 - 200	RS-485, Modbus RTU	VFD Setup
4	Altivar 31 (Schneider Electric)	1- (200-240) 0,18...2,2 3- (200-240) 0,18...15	Вольт-частотное, векторное управление	0...500	AI - 3 DI - 6	RO - 1 DO - 1 (OK)	Торможение постоянным током	200	ProfibusDP, Modbus RTU, Modbus+, Fipix, Ethernet	PowerSuite
5	Altivar 71 (Schneider Electric)	3- (200-240) 0,35...75 3- (380-500) 0,75...500	Вольт-частотное и векторное управление	0...1000	AI - 4 DI - 20	AO - 3 DO - 8 RO - 4	Торможение постоянным током	150	CANopen, Modbus RTU, Modbus Plus, Fipix, ProfibusDP, Ethernet, DeviceNet, Interbus	PowerSuite
6	Micromaster 420 (Siemens)	1- (200-240) 0,12...3 3- (380-480) 0,37...11	Вольт-частотное и управление с контролем потока энергии (FCC)	0...650	AI - 1 DI - 4	AO - 1 RO - 1 (СК)	Торможение постоянным током и комбинированное торможение	150	ProfibusDP, DeviceNet, CANopen, RS-232	Starter, Drive Monitor

Продолжение табл. 1.67

№ п/п	Тип (фирма)	Напряжение (В), мощность (кВт)	Режим управления двигателями	Диапазон выходной частоты, Гц	Выходы	Выходы	Способ торможения	Перегрузочная способность, %	Интерфейс	Программное обеспечение
7	Micromaster 440 (Siemens)	1- (200-240) 0,12...3 3- (380-480) 0,37...200	Вольт-частотное, векторное и управление потоком энергии (FCC)	0...650	AI - 2 DI - 6	AO - 2 RO - 3 (СК)	Торможение постоянным током, комбинированное, генераторное	150...200	RS-485, ProfibusDP, DeviceNet, CANopen, RS232	Drive Monitor
8	NXS (Vacon Oy)	3- (208-240) 0,37...30 3- (380-500) 0,75-200 3- (525-690) 2,2...200	Скалярное и векторное управление	0...7200	AI - 2 DI - 6 (базовая плата OPT-AB)	AO - 1 DO - 1 (базовая плата OPT-AB)	Внешний или встроенный тормозной резистор	200	RS232, RS-485, Profibus DP, CANopen, DeviceNet, Ethernet	NCI131-3 Engineering, NCLoad, NCDrive
9	F5 General (KEB)	3- (180-280) 0,37...75 3- (305-500) 0,37...315	Векторное управление	0...1600	AI - 2 DI - 8	AO - 2 RO - 2 (СК) DO (OK)-2	Торможение постоянным током	150	ProfibusDP, Interbus, CAN, DeviceNet, KEB-HSP 5	COMBIVIS 5
10	VAT2000 (GE Power Controls)	3- (200-230) 0,4...37 3- (400-460) 1,7...75 3- (400-460) 100...450	Вольт-частотное, векторное управление	0...440 (вольт-частотное), 0...120 (векторное)	DI - 8 RI - 2	AO - 2 RO - 2 (СК) DO - 3 (OK)	Торможение постоянным током	120...150	ProfibusDP, RS232/RS-485	Power DriveAid-1
11	Movidrive MDV (SEW Eurodrive GmbH)	3- (380-500) 1,5...90	Векторное управление	0...400	AI - 1 DI - 6	RO - 1 (СК) DO - 2 (OK)	Торможение постоянным током	50	Profibus DP, Interbus, CAN, CANopen, DeviceNet, RS-485	MOVI Tool

Окончание табл. 1.67

№ п/п	Тип (фирма)	Напряжение (В), мощность (кВт)	Режим управления двигателями	Диапазон выходной частоты, Гц	Выходы	Выходы	Способ торможения	Перегрузочная способность, %	Интерфейс	Программное обеспечение
12	VLT 5000 (Danfoss)	3- (200-240) 0,75...37 3- (380-500) 0,75...400	Вольт-частотное, векторное управление	0...1000	AI - 3 DI - 8	AO - 2 DO - 2 (OK) RO - 2 (СК)	Торможение постоянным током	150	RS-485, ProfibusDP, Interbus, DeviceNet, Modbus +, Modbus RTU, LonWorks	VLT Motion Control Tool (MCT 10)
13	Commander SX (Control Techniques)	1- (200-240) 0,25...2,2 3- (200-240) 0,75...7,5 3- (380-480) 0,75...37	Вольт-частотное, векторное управление	0...1000	AI - 2(3) DI - 4(6)	AO - 1 RO - 1 (СК) DO - 1(2) (OK)	Торможение постоянным током	150	RS-485, ProfibusDP, Interbus, DeviceNet, CANopen	CT Soft
14	VFD-V (Delta Electronics Inc.)	3- 380 (0,75...75)	Вольт-частотное, векторное	0...600	AI - 3 DI - 8	AO - 1 DO - 2 RO - 2	Торможение постоянным током	150...200	RS-485	VFD Communication Program
15	Varispeed F7 (Yokawa Electric Corp.)	3- (380-400) (0,4...160)	Вольт-частотное, векторное	0...400	AI - 1 DI - 7	AO - 1 RO - 3	Торможение постоянным током	150	RS-485, ProfibusDP, Interbus, DeviceNet, CANopen	Custom Application Software Environment (CASE)
16	Starvert iH1 (IG Industrial Systems)	3- (220-230) 30...55 3- (380-460) 30...220	Вольт-частотное, векторное управление	0,5...400	A/D - 6 (программируемая)	AO - 1 DI - 3, RO - 2	Торможение постоянным током	150	RS-485, DeviceNet, F-Net, Profibus DP, Modbus-RTU	Driveview 2.0

Управление техническими системами

ности за счет использования энергии вспомогательного источника. В состав сервопривода входят сервоусилитель, серводвигатель и датчик обратной связи. Таким образом, сервомеханизм представляет собой звенья замкнутой динамической системы автоматического регулирования с обратной связью. Сервопривод осуществляет высокоточное отслеживание входного сигнала в зависимости от изменения которого происходит перемещение регулирующего органа системы управления. В качестве задающего сигнала может быть, например, угол поворота командного вала, угловая скорость командного вала или напряжение потенциометра. Сигнал рассогласования в этих случаях усиливается и прилагается к одной из обмоток возбуждения серводвигателя, управляемый вал которого поворачивается до положения, когда рассогласование не станет равным нулю. При этом за счет инерционности и запаздывания может наблюдаться колебательный процесс установления выходной величины. Поэтому оптимальная настройка выходного параметра достигается за счет настройки таких величин, как коэффициент усиления, чувствительность, запаздывание, демпфирование и др.

В качестве силового привода сервосистемы используются обычно электродвигатели переменного (постоянного) тока, гидро- или пневмосистемы.

Динамические характеристики сервопривода в составе следящей системы должны согласовываться с динамическими характеристиками других звеньев системы.

Основные требования, предъявляемые к сервоприводу, призваны обеспечить необходимые показатели качества и прежде всего быстродействие и точность позиционирования. Поскольку сервопривод должен воспроизводить управляющие сигналы с высокой точностью без искажений, особое внимание при проектировании или выборе сервопривода уделяется не только статическим и динамическим характеристикам сервопривода, но и характеристикам объекта управления и промежуточных звеньев системы.

Помимо быстродействия и точности к характеристикам сервопривода относятся мощность серводвигателя, номинальный крутящий момент, скорость вращения и момент инерции.

Быстродействием сервопривода называется время перехода сервопривода из одного установившегося состояния в другое при подаче на вход системы единичного ступенчатого воздействия.

Точность сервопривода определяется ошибкой установления сервоприводом нового состояния равновесия. На показатель точности влияют автоколебания в системе, наличие люфтов, трения и пр.

Управление техническими системами

Таблица 1.68. Характеристики сервоприводов фирмы *Mitsubishi Electric*

Тип сервопривода	Тип серводвигателя	Мощность серводвигателя, кВт	Номинальный вращающий момент, Н·м	Скорость вращения, об/мин
MR-J3 <i>Mitsubishi Electric</i>	HF-SP	0,5...7	2,4...33,4	2000/3000
	HF-KP	0,05...0,75	0,16...24	3000/6000
MR-J3 <i>Mitsubishi Electric</i>	HC-SFS	0,5...7	2,4...33,4	2000/2500
	HF-RFS	1,0...5	3,18...15,9	3000/4500
	HC-KFS	0,05...0,75	0,16...2,4	3000/4500

Мощность серводвигателя — это предельная выходная мощность, развиваемая сервоприводом, находящимся под номинальной нагрузкой. Под номинальной нагрузкой понимается момент (усилие), развиваемое сервоприводом, работающим с максимальной полезной мощностью.

Коэффициент полезного действия сервопривода есть отношение максимальной полезной мощности, развиваемой на выходе серводвигателя, к потребляемой мощности от сети.

Помимо этих основных характеристик при исследовании сервопривода используются и ряд др. характеристик, свойственных замкнутым системам автоматического регулирования. К ним относятся постоянная времени сервопривода, время запаздывания, время установления номинальной скорости и др., а также конструктивные характеристики, определяемые габаритами и массой сервопривода.

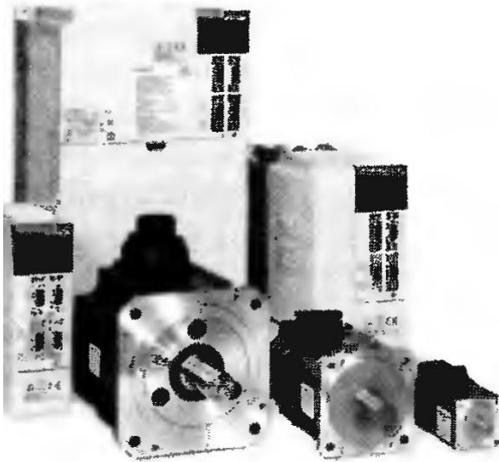


Рис. 1.108

В табл. 1.68 приведены технические характеристики сервоприводов фирмы *Mitsubishi Electric*. Сервоприводы применяются для точного позиционирования датчиков систем управления, в следящих системах, системах перемещения исполнительных устройств в станках ЧПУ и в др. устройствах. На рис. 1.108 приведен общий вид сервоприводов MELSERVO MR-J2S фирмы *Mitsubishi Electric*.

1.10.4 Шаговые двигатели и устройства управления

Шаговые двигатели (ШД) широко используются для управления станками с ЧПУ, в качестве маломощных приводов роботов и манипуляторов, для приборов

управления позиционированием, в приборах телемеханики и вычислительной техники.

Шаговые двигатели работают в комплекте с контроллерами, выполняющими функции логических устройств и электронных коммутаторов. Функциональная схема ШД приведена на рис. 1.109.



Рис. 1.109

Формирователь импульсов (ФИ) преобразует входные импульсы произвольной формы в прямоугольные импульсы определенной длительности. Электронный коммутатор (ЭК) преобразует импульсы в напряжение, подаваемое через усилитель мощности (УМ) на обмотки статора ШД.

Шаговый двигатель состоит из зубчатых статора и ротора, сердечники которых выполнены из магнитомягкой стали. При возбуждении соответствующей фазы ШД постоянным током его ротор поворачивается на фиксированный угол, называемый углом шага или шагом. Величина шага различна для различных моделей ШД. Таким образом, в ШД цифровой сигнал преобразуется в механическое перемещение ротора ШД [1.121].

Шаговые двигатели имеют ряд достоинств, а именно:

отсутствует обратная связь, необходимая для управления положением вала в электроприводах;

- удобство управления с помощью цифровых систем управления;
- высокая точность частоты вращения (положения вала ротора).

За каждый импульс ШД поворачивается на фиксированный угол. Чем меньше шаг, тем больше частота вращения. Число шагов за один оборот вала называется шаговым числом. Шаговое число $S=360/\alpha$, где α — угол шага двигателя.

Применяются 3- и 4-фазные двигатели с величиной шага $1,8^\circ$; 2° ; $2,5^\circ$; 5° ; $7,5^\circ$; 15° . Известны ШД с шаговым углом $0,72^\circ$. Обычно 4-фазные ШД имеют шаговое число 200. Кроме того, используются ШД с постоянными магнитами. Частота вращения ШД (шаговая частота вращения) задается числом шагов в секунду и может обозначаться в Гц.

Управление техническими системами

Различают однополярное управление, при котором напряжение на каждой фазе изменяется от 0 до +U и двухполярное управление — напряжение изменяется от -U до +U. Кроме того, управление ШД называется импульсным, когда напряжение на фазу или группу фаз подается в момент поступления сигнала, а по истечении определенного времени фаза обесточивается. Зубцы ротора такого ШД устанавливаются по оси зубцов статора за счет реактивного момента. Другой способ управления называется потенциальным управлением, при котором напряжение на фазе (группе фаз) сохраняется неизменным вплоть до прихода управляющего импульса. Положение ротора при этом фиксируется магнитным полем фазы, находящейся под напряжением [1.120].

Напряжение, приложенное к фазе ШД, определяется уравнением

$$U_{\phi} = r_{\phi} I_{\phi} + d\psi_{\phi} / dt$$

где r_{ϕ} и I_{ϕ} — активное сопротивление и ток фазы; ψ_{ϕ} — потокосцепление фазы (зависит от конструкции ШД и способа коммутации обмоток статора).

Режимы работы ШД подразделяют на статический, квазистатический, резонансный и установившийся режимы.

В статическом режиме ($f_{\text{имп}} = 0$) по статорным обмоткам протекает постоянный ток, создающий неподвижное поле статора, при котором ротор ШД неподвижен.

В квазистатическом режиме при низких частотах ($f_{\text{имп}} < f_0$) ШД работает в режиме отработки единичных импульсов. Переходные процессы, характеризующиеся периодом собственных колебаний ротора при отсутствии нагрузки на валу $T_0 = 1 / f_0 = 2\pi / \omega_0$, где f_0 — частота собственных колебаний ротора, угловая частота которых ω_0 зависит от момента инерции ротора, числа пар полюсов и статического момента. Все переходные процессы затухают к началу каждого следующего шага, а положение ротора устойчивое.

Резонансный режим ($f_{\text{имп}} = f_0$) является неустойчивым. Для снижения колебаний ротора в области резонансных частот применяется его торможение за счет встречной коммутации фаз ШД.

Установившийся режим ($f_{\text{имп}} > f_0$) характеризуется установившейся средней частотой вращения ротора. Помимо этих режимов работа ШД характеризуется переходными режимами (пуск, торможение, реверс).

Управление техническими системами

Для каждого типа ШД существует предельная частота коммутации или частота приемистости (f), которая для современных ШД находится в пределах от 100 до 1000 Гц.

Согласно классификации ШД делятся на реактивные, с постоянными магнитами и гибридные [1.121].

Реактивные ШД. Принцип работы ШД приведен на рис. 1.110. Статор этого трехфазного ШД имеет 6 зубцов. Каждые два противоположных зубца, отстоящие друг от друга на 180° , образуют фазу. Катушки каждой фазы могут быть соединены последовательно или параллельно. Когда фаза возбуждена (замкнут один из переключателей S_1 , S_2 или S_3), в зубцах фазы возникает вращающий момент, приводящий к тому, что зубцы ротора (в данном случае их 4) устанавливаются на одной прямой с возбужденными зубцами статора. Это положение называется положением равновесия, когда магнитное сопротивление является минимальным. При этом зубцы I, II и III в возбужденном состоянии представляют северный полюс, а I', II' и III' — южный. Если отключить фазу I и возбудить фазу II, то возникнет магнитный поток, создающий «натяжение» магнитных силовых линий. В результате этого магнитное сопротивление увеличивается и под действием возникшего вращающего момента ротор повернется на угол 30° . После выполнения ротором трех шагов он вернется в исходное положение.

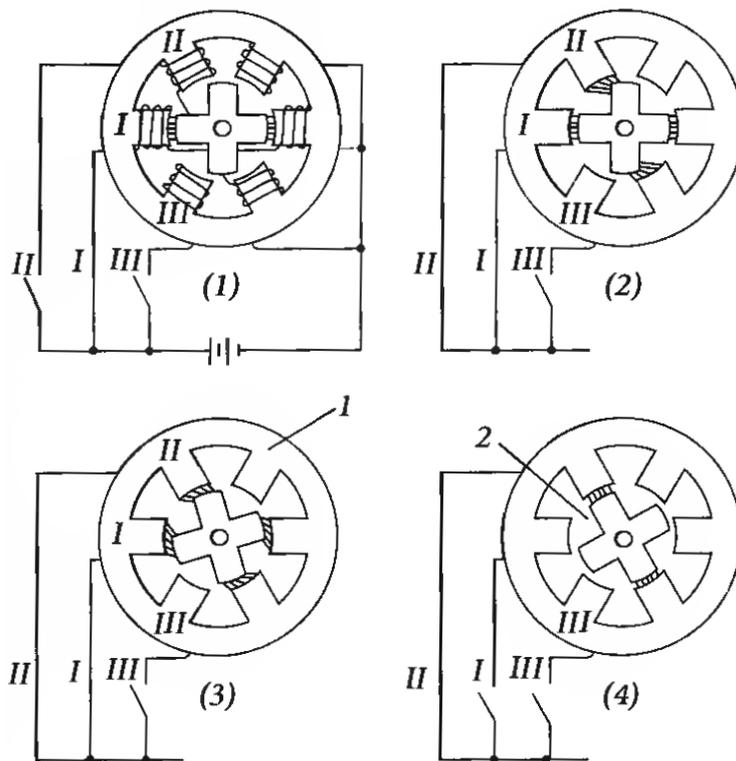


Рис. 1.110

Управление техническими системами

Помимо величины шага в градусах к основным параметрам ШД относятся:

- Максимальный статический (удерживающий) момент в Н·м. Это момент, который может быть приложен к валу возбужденного ШД без последующего его вращения.
- Фиксирующий момент — максимальный статический момент, приложенный к валу невозбужденного ШД без его последующего вращения (Н·м) для ШД с постоянными магнитами.
- Точность позиционирования (погрешность углового шага) в градусах или процент от полного оборота (ошибка для реактивного ШД с шагом 15° составляет около $+0,1^\circ$).
- Отношение крутящего момента ($\text{г}\cdot\text{см}$) к моменту инерции ротора ($\text{кг}\cdot\text{м}^2$); это отношение должно быть большим, чтобы при подаче входного импульса ротор ШД смог повернуться с максимальным ускорением, а при прекращении последовательности импульсов — остановиться в положении, определяемым последним импульсом.
- Шаговая частота вращения (число шагов в секунду) и частота импульсов, выраженные в Гц. Для перехода к частоте вращения n в об/мин используется формула: $n = 60f / S$, где f — шаговая частота вращения, S — число шагов.
- Ток фазы (А), сопротивление фазы (Ом), индуктивность фазы (мГн), напряжение питания (В). Эти данные определяются типом ШД и приводятся в характеристиках ШД.

Для реактивных ШД в целях увеличения крутящего момента, высокой точности позиционирования и уменьшения габаритов воздушный зазор между статором и ротором должен быть минимальным (обычно он находится в пределах 30... 100 мкм). Также желательно иметь малый угол шага, что достигается увеличением числа зубцов статора и ротора. Известны четырехфазные ШД с числом зубцов ротора равным 50 и числом шагов 200.

Число шагов S в зависимости от числа фаз m и числа зубцов ротора N_p определяется формулой: $S = m \cdot N_p$. Число шагов S при известном угловом шаге Q_s определяется значением: $S = 360 / Q_s$.

Помимо рассмотренных однопакетных реактивных ШД, в которых фазы выполнены в виде одного слоя (пакета), применяются многопакетные реактивные ШД.

Управление техническими системами

Шаговые двигатели с постоянными магнитами. В этих ШД ротор представляет собой цилиндрический постоянный магнит, а статор имеет 4 зубца с обмотками — фазы 1...4 (рис. 1.111).

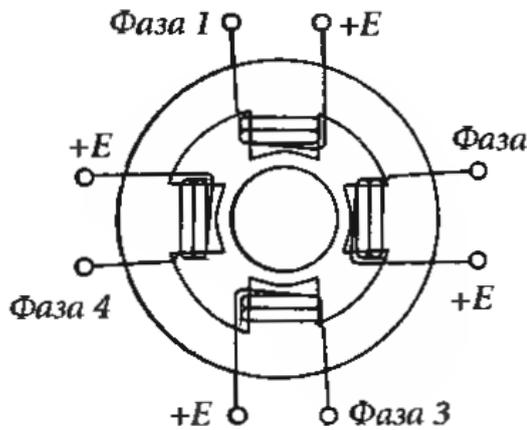


Рис. 1.111

При возбуждении фаз в последовательности 1-2-3-4 ротор будет поворачиваться по часовой стрелке с угловым шагом 90° . При удвоении числа зубцов статора угол шага будет 45° .

Поскольку намагниченность постоянных магнитов невысокая, крутящий момент ШД с постоянными магнитами ограничен.

Гибридные ШД. В ШД этого типа используются принципы как реактивного, так и ШД с постоянными магнитами. В 4-фазном гибридном ШД на полюсе статора располагаются не одна обмотка фазы, а две обмотки двух различных фаз, намотанных по бифилярной схеме. При возбуждении катушки создают магнитные потоки различной полярности. Ротор представляет собой цилиндрический постоянный магнит, на каждый из полюсов которого надет сердечник ротора с зубцами. Крутящий момент создается за счет взаимодействия магнитных полей катушек и постоянного магнита ротора. Гибридные ШД применяются там, где требуется малый угловой шаг. Наибольшее применение находят 4-фазные гибридные ШД с числом шагов 200 и углом шага $1,8^\circ$. В работе [1.121] приведены примеры др. типов гибридных ШД — гибридные ШД с постоянным магнитом в статоре, ШД с внешним ротором и др. Основные характеристики шаговых двигателей приведены в табл. 1.69.

Управление техническими системами

Таблица 1.69. Характеристики шаговых двигателей

Тип	Рабочий ток (фаза), А	Сопротивление (фаза), Ом	Индуктивность (фаза), мГн	Крутящий момент, кгс·см
Гибридные шаговые двигатели с угловым шагом 1,8°				
FL20STH30	0,6	6,5	1,7	0,18
FL39ST20	0,5	13	7,5	0,8
FL57STH41	2,8	0,7	1,4	5,5
FL110STH201	8	0,5	11	300
ДШР60-0,1-1,8	2	0,66	1,3	0,3...16 Н·м
Шаговые двигатели с постоянными магнитами с угловым шагом 7,5°				
PM 2515-01	0,5	10	2,7	0,11
PM 3522-01	0,5	60	77,5	0,55
PM4222-02	1,27	15	49,8	1,1

1.10.5 Энкодеры

Энкодером называется устройство для преобразования углового или линейного перемещения в цифровой код (двоичный, код Грея и др.). Принцип действия энкодеров заключается в фотоэлектронном сканировании оптических кодов.

Для контроля угловых перемещений в датчиках скорости вращения, ускорения, положения, углов и пр. используются угловые или поворотные кодирующие устройства, для контроля перемещений — линейные.

По способу преобразования энкодеры делятся на инкрементные и абсолютные энкодеры. Инкрементные энкодеры (энкодеры приращений) определяют приращение относительно начального фиксированного (базового) положения. Абсолютные энкодеры формируют выходной сигнал, определяющий абсолютную величину углового или линейного перемещения.

Как инкрементные, так и абсолютные энкодеры могут быть одно- или многооборотными.

Принцип действия инкрементного энкодера заключается в формировании с помощью источника света (инфракрасных светодиодов) световых потоков, проходящих через защитную диафрагму и поступающих на фотодиодную матрицу и далее к микропроцессору (рис. 1.112). В зависимости от угла поворота на выходе формируется код, соответствующий определенной позиции вала энкодера. Число импульсов за один оборот вала для различных типов энкодеров достигает от 2048 до 10000. Число импульсов, соответствующих углу поворота вала, подсчитывается счетчиком. Точность измерения угла поворота составляет несколько тысячных градуса, а при измерении линейных смещений — доли миллиметра.

Абсолютные энкодеры формируют уникальный код для каждой позиции вала. При этом счетчик импульсов не требуется, так как угол поворота вала определен в каждый момент времени. Диск абсолютного энкодера имеет несколько концентри-

Управление техническими системами

ческих дорожек, каждая из которых формирует уникальный цифровой код для каждой позиции вала. Абсолютный энкодер сохраняет значение сигнала при потере питания, устойчив к вибрациям и практически не подвержен помехам.

Однооборотный (single-turn) энкодер выдает абсолютное значение параметра в пределах одного оборота. После каждого оборота значение кода возобновляется с его начального значения.

Многооборотный (multi-turn) энкодер (рис. 1.113) имеет встроенный передаточный механизм (редуктор) из нескольких кодовых оптических дисков и способен фиксировать не только угол поворота, но и число оборотов вала. Многооборотные энкодеры способны фиксировать до 4096 оборотов вала.

Для определения направления вращения вала энкодера по часовой стрелке (CW) или против часовой стрелки (CCW) используются два выходных канала (А и В).

Для определения точностных характеристик энкодера рассматривается разрешение энкодера — число выходных импульсов за оборот вала и количество двоичных слов за

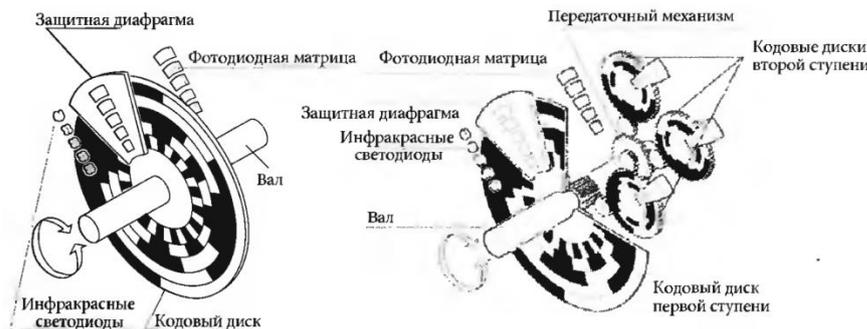


Рис. 1.112

Рис. 1.113

Для линейных перемещений используются энкодеры на диапазон измерений от 30.. 40 мм до 1700 мм и более. Разрешение при этом составляет 0,1 мм и менее. В качестве выходных интерфейсов широко используются RS-422, Profibus и CANopen. У большинства энкодеров степень защиты не хуже IP65 и IP67.

Энкодеры выпускаются многими фирмами, среди которых Omron, SICK, Siemens, Lenie&Linde, Fagor и др.

В табл. 1.70 приведены характеристики энкодеров фирмы Lenie&Linde (Швеция).

Управление техническими системами

Таблица 1.70. Характеристики энкодеров фирмы *Lenie&Linde* (Швеция)

Тип энкодера ¹	Кол-во имп./об	Диапазон частоты, кГц	Тип выхода	Питание, VDC	Потребляемый ток (максим.), мА	Диаметр корпуса, мм
RS 310	25...1200	0...200	TTL	5/9...30	70	30
RS 510	1...2500	0...100	TTL	5/9...35	55	58
RS 560	1...5000	0...200	TTL, RS422	5/9...30	45	68
DUO 525	5000	0...200	TTL, 2xRS422	5/9...30	90	68
XH 860	2048	0...100	HTL	5/9...30	60	100
TACHO	10 бит на 360°	–	4...20 мА	9...36	60	89

¹ Степень защиты по IEC 529 для RS 310 составляет IP67, для остальных — IP65. Допустимая вибрация <100 м/с² (50...2000 Гц), ударопрочность <1000 м/с², температура окружающей среды -25...+75 °С.

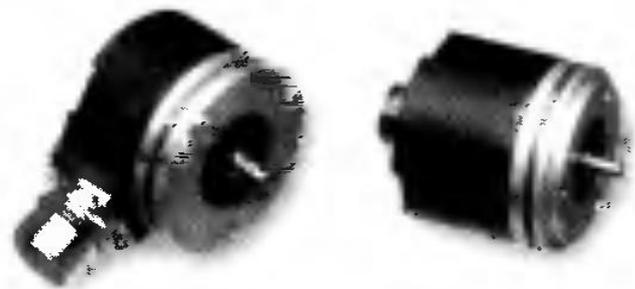


Рис. 1.114

Новая линейка энкодеров фирмы *Lenie&Linde* имеет расширенный температурный диапазон до +100°C (RSI504, RHI504), рабочая температура энкодеров серии 500 составляет -40...+70°C, вибрации до 300 м/с². Энкодеры фирмы ***Lenie&Linde*** Profibus DP и CANopen повышенной точности (8192 дискрета) способны контролировать до 4096 оборотов. Серия энкодеров 800 предназначена для эксплуатации в тяжелых условиях производства. На рис. 1.114 приведен общий вид энкодеров фирмы ***Lenie&Linde***.

1.10.6 Пневматические исполнительные механизмы

Пневматические исполнительные механизмы (ПИМ) наиболее эффективно работают в пожаро- и взрывоопасных производствах, в условиях агрессивных сред, характеризующихся наличием повышенной температуры, радиации, вибрации, магнитных полей и пр. Пневматические устройства просты по конструкции, надежны в эксплуатации и обслуживании. Как правило, пневматические системы дешевле электрических и гидравлических систем, а по сравнению с последними не требуют замкнутого цикла использования рабочей среды.

Наряду с перечисленными достоинствами пневматические системы имеют и ряд недостатков, обусловленных самой рабочей средой. Это прежде всего сжимаемость воздуха, которая подчас исключает плавность движения рабочих органов исполнительных устройств, а также необходимость очистки воздуха во избежание появления конденсата. Кроме того, пневматические устройства, по сравнению с

Управление техническими системами

электрическими, имеют меньшую скорость срабатывания, а по сравнению с гидравлическими исполнительными механизмами развивают значительно меньшие усилия.

Существуют определенные ограничения на длину трассы от регулятора до ПИМ во избежание больших запаздываний (примерно до 300 м).

Устройства пневмоавтоматики можно классифицировать по функциональному назначению (системы подготовки и транспортирования воздуха, датчики, преобразователи, измерительные и регистрирующие приборы, регуляторы, функциональные блоки, исполнительные устройства) и по давлению питания (системы низкого, нормального и повышенного давления). К исполнительным устройствам относятся пневмоцилиндры, поворотные однооборотные и многооборотные двигатели, мембранные, шланговые и сильфонные исполнительные механизмы [1.122-1.132].

Системы с повышенным давлением питания представляют собой пневмопривод и предназначены для силового воздействия на рабочие органы машин. В качестве управляющих устройств в таких системах в основном применяются клапанные или золотниковые распределители, а в качестве двигателей — пневмоцилиндры поступательного действия, поворотные и многооборотные двигатели.

В зависимости от типа привода ПИМ делят на мембранные и поршневые исполнительные механизмы. Мембранный исполнительный механизм в качестве преобразователя давления сжатого воздуха в перемещение штока и связанного с ним РО использует герметичную мембранную камеру с мембраной из резинотканевого материала. На мембрану действуют сила давления от командного прибора, с одной стороны, и сила противодействия возвратной пружины, с другой стороны. Условие равновесия этих сил выражается равенством

$$\Delta P \cdot F_{\text{эф}} = cS,$$

где: ΔP — разность давлений на мембране; $F_{\text{эф}}$ — эффективная площадь мембраны; c — жесткость пружины; S — величина хода мембраны.

Мембранные исполнительные механизмы представляют собой механизмы прямого действия (движение штока вниз) и обратного действия. При этом в зависимости от конструкции РО обеспечивается исполнение механизма НО (нормально открыт) или НЗ (нормально закрыт).

Статические характеристики мембранных исполнительных механизмов близки к линейным, однако они обладают зоной гистерезиса, составляющей до 10... 15% от наибольшего значения командного сигнала. Для уменьшения зоны гистерезиса

Управление техническими системами

мембранные исполнительные механизмы комплектуются позиционером, который представляет собой усилитель с обратной связью по положению штока. Управляющий сигнал поступает в область мембраны позиционера, перемещение которой через золотник регулирует расход и давление воздуха, поступающего к мембранной камере мембранного исполнительного механизма. Перемещение основной мембраны ИМ через толкатель и пружину отрицательной обратной связи уравнивают силу, действующую на мембрану позиционера. Позиционер обеспечивает точность позиционирования около 0,5% от диапазона регулирования. Для надежной работы позиционера необходимо стабилизировать давление воздуха, поступающего к позиционеру, и обеспечить его фильтрацию.

Поршневые исполнительные механизмы применяются в тех случаях, когда от ИМ необходимо получить перемещение РО на значительное расстояние. Поршневые исполнительные механизмы имеют зону нечувствительности не более 1%. Силовая часть пневмопривода содержит пневмоцилиндр, шток которого соединен с РО. При цикловом управлении приводом происходит перемещение исполнительного механизма из одной крайней точки в другую. Для контроля положения поршня пневмоцилиндра в настоящее время вместо концевых выключателей используется магнитный датчик, устанавливаемый непосредственно на корпусе пневмоцилиндра, и магнит, установленный в поршне [1.133,1.134].

В настоящее время ряд зарубежных фирм, таких как FESTO (Германия), SMS (Япония), ENOTS (Англия), SAMSON (Германия), HI-FLEX (Финляндия), ASCO/Joucom — Tic (Нидерланды), PARKER, CAMOZZI и др., имеющие свои представительства во многих развитых странах, сосредоточили в своих руках разработку и выпуск оборудования пневмоприводов, управляемых от ПЭВМ и контроллеров. В этих фирмах налажен массовый выпуск основных компонентов силовых пневмосистем, в состав которых входят технические средства подготовки сжатого воздуха, пневмораспределители, пневмоцилиндры и контрольно-измерительная аппаратура.

Фирма SAMSON выпускает большую серию регулирующих клапанов (проходных, трехходовых, угловых), пневматические и электропневматические позиционеры, электропневматические и пневмоэлектрические преобразователи, датчики положения, концевые выключатели и пр. К числу выпускаемых цифровых позиционеров относятся HART-позиционер, PROFIBUS-PA- позиционер и FOUNDATION Fieldbus-позиционер. На рис. 1.115 представлен общий вид клапана с электропневматическим позиционером 3730-2 фирмы Samson.



Рис. 1.115

Среди отечественных производителей отметим ПНФ «ЛГ автоматика», которая выпускает отсечные (запорные), регулирующие-отсечные и клеточные регулирующие клапаны с D_y от 10 до 200 мм и условной пропускной способностью от 0,06 до 630 м³/ч на условное давление от 1,6 до 16 МПа (марки КМР, КМО, КМРО), футерованные клапаны для агрессивных сред (УИФ, МИУФ), клапаны высокого давления до 40 МПа (КВДР, КВДО), виброустойчивые угловые клапаны, регулирующие клапаны для малых расходов (ПОУ-7М, -8М, -9М) и др.

Для взрывоопасных производств клапаны комплектуются позиционерами SIPART PS2 фирмы Siemens. На рис. 1.116 показан клапан ПОУ-8М с позиционером SIPART PS2.

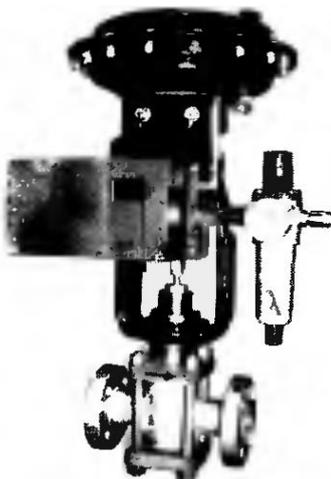


Рис. 1.116

Характеристики пневмоприводов находятся в пределах: диаметр поршня 0,008...0,5 м, величина перемещения штока с поршнем до 3 м, давление питания в

Управление техническими системами

пределах 0,4... 1,0 МПа (в отдельных случаях до 10 МПа), скорость перемещения до 3 м/с, число циклов доходит до 10 млн.

В настоящее время ввиду достижения высоких показателей надежности и безопасности исполнительные устройства пневмоавтоматики находят широкое применение при создании промышленных роботов, управляемых программируемыми логическими контроллерами с помощью электропневматических преобразователей.

Как в России, так и за рубежом ряд фирм США, Франции, Японии, Италии, Швеции и др. стран выпускают гамму роботов с пневмоприводом для обрабатывающих и сборочных производств. Это роботы PM-12 фирмы KIKI, MNU 500 фирмы BOSCH (Германия), UNIMATE фирмы KAWASAKI (Япония), E-401 фирмы VERSATRAN (Япония), AUTOPLACE фирмы AUTO-PLACE (США), MECMAN (Франция) и др. Современные сборочные роботы имеют цифровой пневмопривод и систему управления, обеспечивающую связь рабочего цикла сборочного робота с циклом работы обслуживаемого технологического оборудования. Такие роботы успешно применяются в гибких производственных системах (ГПС) сборочных машиностроительных производств [1.128-1.132] и наряду с другим оборудованием входят в интегрированные производственные системы, управляемые с помощью ЭВМ. Это основное направление, в котором совместно с электро- и гидроприводом будут совершенствоваться и применяться пневматические системы управления.

1.10.7 Гидравлические исполнительные механизмы

Гидравлические исполнительные механизмы или гидропривод имеют перед пневматическими исполнительными механизмами ряд преимуществ, к которым следует отнести более высокую мощность и быстродействие, малую удельную массу (масса гидропривода, отнесенная к передаваемой мощности, кг/кВт), защиту от перегрузок и большую надежность. Основным недостатком гидроприводов является их пожароопасность, большие затраты на рабочую жидкость (масло), чувствительность к загрязнению рабочей жидкости и снижение КПД по мере износа движущихся частей. Поэтому гидроприводы не используются в пожаро- и взрывоопасных производствах, в частности в химической и нефтеперерабатывающей промышленности [1.135-1.142].

Гидроприводом называют совокупность гидромашин, гидроаппаратуры, трубопроводов и вспомогательных устройств, предназначенных для передачи энергии и преобразования движения посредством жидкости.

Управление техническими системами

К числу гидромашин относятся насосы (в данной работе не рассматриваются) и гидродвигатели. Гидродвигатели подразделяются на гидродвигатели поступательного движения на базе поршневых устройств (гидроцилиндров), гидродвигатели ограниченного поворота выходного звена (применяются в промышленных роботах) и гидромоторы или гидродвигатели с непрерывным вращением выходного звена (применяются в подъемных и поворотных устройствах). Поршневые исполнительные механизмы подразделяются на механизмы одностороннего и двустороннего действия (рис. 1.117).

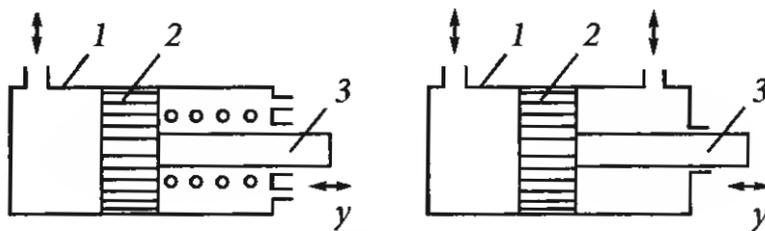


Рис. 1.117

В гидроцилиндрах одностороннего действия жидкость под давлением от насоса поступает к цилиндру 1 с одной стороны поршня 2 со штоком 3, а в гидроцилиндрах двустороннего действия — с двух сторон. При анализе гидравлических САР принято рассматривать гидравлический исполнительный механизм как единую систему, включающую управляющие устройства и соединительные трубопроводы. В качестве управляющих устройств используются золотниковые преобразователи, преобразователи типа «сопло-заслонка» и др. При этом входной величиной системы является перемещение подвижных элементов управляющего устройства (плунжера золотника или заслонки), а выходной — перемещение штока исполнительного механизма.

Характеристики гидроцилиндров: диаметр поршня составляет 80, 120 и 150 мм, максимальный ход поршня 250...300 мм, время перемещения поршня до 25 с.

Гидроаппаратура — это дроссели, клапаны и гидрораспределители, служащие для управления гидроприводом. Дросселем называется устройство, регулирующее расход рабочей жидкости в зависимости от перепада давления до и после дросселя. Клапаны представляют собой устройства, изменяющие под действием потока рабочей жидкости проходное сечение клапана. По назначению клапаны делятся на напорные и редуционные (для стабилизации давления рабочей жидкости независимо от расхода), проходные (для сбрасывания излишнего давления жидкости), обратные (для движения жидкости только в одном направлении).

Управление техническими системами

Гидрораспределители служат для изменения направления движения потоков рабочей жидкости. В основном применяются золотниковые гидрораспределители.

К вспомогательным устройствам относятся устройства, служащие для фильтрации и нагрева/охлаждения рабочей жидкости. Также к вспомогательным устройствам относятся гидробаки.

В промышленности получил применение регулируемый гидропривод, в котором скорость выходного звена может изменяться по заданному закону. Для этого используются два вида регулирования — дроссельное и объемное. При дроссельном регулировании скорость выходного звена изменяется дросселированием потока рабочей жидкости с отводом части потока через дроссель или клапан, минуя гидродвигатель. При объемном регулировании скорость выходного звена изменяется за счет изменения рабочего объема гидродвигателя.

Принцип наиболее часто используемого дроссельного регулирования заключается в том, что часть жидкости от насоса отводится через дроссель или клапан на слив, минуя гидродвигатель. Схемы гидроприводов с дроссельным управлением приведены на рис. 1.118 [1.141]. На рисунке обозначены гидродвигатель 1, гидрораспределитель 2, дроссель 3, переливной клапан 4, нерегулируемый насос 5. Дроссель может быть установлен на входе в гидродвигатель (рис. 1.118, а), на выходе (рис. 1.118, б) или одновременно на входе и выходе (рис. 1.118, в). При полном открытии дросселя скорость поршня гидроцилиндра максимальная. По мере уменьшения открытия дросселя давление перед ним повышается, клапан 4 приоткрывается и часть жидкости от нерегулируемого насоса 5 идет на слив. При полном закрытии дросселя скорость поршня становится равной нулю, а вся жидкость от насоса идет через клапан на слив в бак.

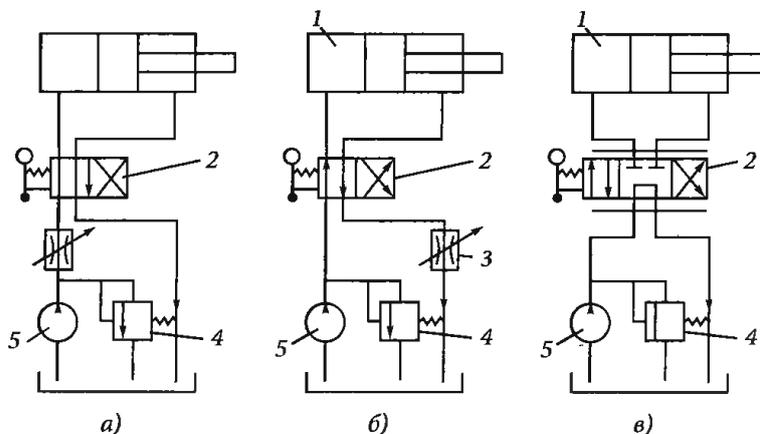


Рис. 1.118

Управление техническими системами

Связующим звеном между электронной схемой управления, получившей наибольшее применение ввиду более высокой точности, быстродействия, многоканальности, и гидродвигателями являются электрогидравлические усилители (преобразователи). К их числу относятся:

- электромеханические преобразователи (с перемещающейся катушкой или перемещающимся якорем) электромагнитного типа. Принцип действия основан на взаимодействии магнитного поля, создаваемого током управления, с подвижным якорем, помещенным в магнитное поле.
- однокаскадные усилители мощности, к которым относятся усилитель мощности типа сопло-заслонка, струйная трубка, клапанного типа (шариковые, конусные и тарельчатые клапана) и золотникового типа (2-, 3- и многопозиционные золотники с числом каналов управления от 2 до 5).
- двухкаскадные усилители мощности. В качестве 1-го каскада обычно используется сопло-заслонка, а в качестве 2-го каскада — золотниковый усилитель мощности. Выпускаются также усилители без обратной связи, с обратной связью по положению, с обратной связью по расходу и с обратной связью по давлению.
- пропорциональные усилители мощности — используются в гидромашинах со сложными циклограммами движений.

Гидролинии, используемые в гидроприводах, делят на всасывающие (рабочая жидкость движется к насосу), напорные (рабочая жидкость под давлением движется от насоса), сливные (рабочая жидкость движется в сливной гидробак). Среди гидробаков используются в основном гидробаки открытого типа.

В качестве рабочей жидкости в гидроприводах используется рабочая жидкость минерального происхождения: трансформаторное, веретенное или промышленное масло с вязкостью 10...40 сСт при температуре до 50°C. При более высоких температурах используются синтетические жидкости на кремнийорганической основе.

1.11. Приборы учета энергоносителей

К приборам учета энергоносителей относят средства учета тепловой энергии (тепловычислители и теплосчетчики), электрической энергии и мощности (электросчетчики и сумматоры энергии), расхода технических газов и газовых конденсатов, счетчики воды [1.143-1.149].

1.11.1 Теплосчетчики

Управление техническими системами

Теплосчетчики предназначены для измерения и регулирования параметров тепловой энергии и теплоносителя в закрытых и открытых (водяных и паровых) системах теплоснабжения. Теплосчетчики применяются для коммерческого учета тепловой энергии и массы теплоносителя при расчетах между потребителем и теплоснабжающей организацией.

Принцип работы теплосчетчика состоит в измерении расхода, температуры и давления теплоносителя (воды или пара) в системах теплоснабжения с последующим расчетом по этим параметрам тепловой энергии и массы теплоносителя.

Теплосчетчики способны обеспечивать измерение и регистрацию параметров теплоносителя по 1...8 трубопроводам, а также передачу данных о текущих или усредненных среднечасовых, среднесуточных и других параметрах по интерфейсам RS-232, RS-485, CAN

Расчет основных параметров энергоносителя осуществляется с помощью тепловычислителей, являющихся составной частью теплосчетчиков. Тепловычислители рассчитаны на прием сигналов от датчиков расхода, давления, перепада давлений, температуры, градиента температур. Входными сигналами датчиков могут быть токовые сигналы (0...5 мА, 0/4...20 мА), сигналы напряжения (0,4...2 В.), частотные сигналы (0...1000 Гц), изменение сопротивления термометров сопротивления с НСХ 50М, 50П, 100М, 100П, 500П, Pt100, Pt500.

В состав теплосчетчиков, выпускаемых фирмами РФ, входят отечественные преобразователи расхода серии ВЗЛЕТ, ПРЭМ, СУР, ВСТ и др., преобразователи температуры ТСПУ-205, Метран-205, КТСПР, КТПТР и др., преобразователи давления Сапфир-22, Метран-55 и др., а также зарубежные преобразователи с унифицированными выходными сигналами фирм Danfoss, JUMO, Pгетех и др. В составе теплосчетчиков вместо преобразователей расхода с аналоговым или частотным выходным сигналом могут использоваться счетчики горячей воды крыльчатые (Ду<50 мм) или турбинные (Ду>50 мм) с дискретным выходным сигналом [1.147-1.149].

Принцип работы теплосчетчика основан на измерении сигналов от преобразователей расхода, температуры и давления в подающем и обратном трубопроводах и вычислении потребления количества тепла Q с использованием значений массового расхода G и разности энтальпий (теплосодержания) в подающем и обратном трубопроводах (h_1 и h_2 соответственно) по формулам:

$$Q = G_1 h_1 - G_2 h_2; Q = \int_{t_1}^{t_2} G (h_1 - h_2) dT$$

Единицы измерения параметров теплосчетчиков:

- количество теплоты: ГДж, Гкал;
- объемный расход теплоносителя: м³/ч;
- массовый расход теплоносителя: т/ч;
- объем теплоносителя: м³;
- температура теплоносителя: °С;
- избыточное давление в трубопроводах: МПа.

Помимо функций измерения и регистрации теплосчетчики осуществляют регулирование (поддержание) теплового режима и параметров теплоносителя в системах тепло- и водоснабжения. С помощью теплосчетчиков может быть задан температурный график отопления в зависимости от температуры наружного воздуха с дистанционным (или автоматическим) переводом системы отопления в режим с повышенным или пониженным теплопотреблением (ночной режим). При этом поддерживается определенная температура в контурах отопления и горячего водоснабжения. Уравнения измерения тепловой энергии и количества теплоносителя соответствуют МИ 2451-98.

На рис. 1.119, а приведен общий вид тепловычислителя СПТ961М «НПФ Логика», на рис. 1.119, б — теплосчетчика-регистратора «Взлет ТСР-М» ЗАО «ВЗЛЕТ», на рис. 1.119, в — тепловычислителя ВКТ-7 ЗАО «НПФ Теплоком» и на рис. 1.119, г — электромагнитного теплосчетчика КМ-5 «ТБН Энергосервис».

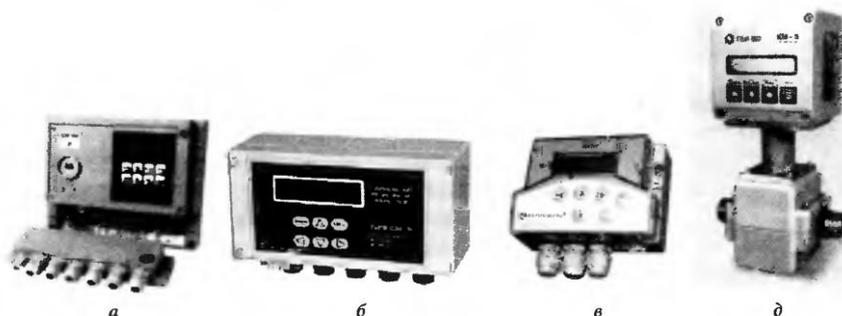


Рис. 1.119

В табл. 1.71 приведены технические характеристики отечественных теплосчетчиков.

Управление техническими системами

Таблица 1.71. Характеристики отечественных теплосчетчиков

Тип теплосчетчика	Тип тепловычислителя	Диапазон и тип преобразователя			Погрешность, %	Выходной сигнал	Степень защиты
		расход	температура, °С	Давление, МПа			
Логика 961К (ЗАО «НПФ Логика»)	СПТ 961	0...105 м³/ч; ВЗЛЕТ-ЭР	0...160; КТПТР, КТСПР	0...1,6	±2	RS-232, RS-485	IP54
Взлет ТСР-М (ТСР-031) (ЗАО «ВЗЛЕТ»)	—	3×(0,01...1360) м³/ч, ВЗЛЕТ - ЭР 420Л	3×(0...180), «Взлет ТПС»	0...2,5	±2	RS-232, RS-485	IP54
ВКТ-7 ЗАО «НПФ Теплоком»	ТСК-7	Вых. сигнал: 0...10 (1000) Гц	0...175; НСХ: 100М, 100П, 500П, Pt100, Pt500	Вых. сигнал: 4...20 мА	±0,25	RS-232, RS-485	IP54
ТЭРМ-02 («Эталон», г. Владимир)	ИП-02С	5...220 (Д _у 15...100 мм); ПРЭ-0114	0...150; КТСПР (НСХ 100П)	0...1,6; 4...20 мА	±1,5	RS-232, RS-485	IP54
СТЭ-0115 («Эталон», г. Владимир)			0...160; КТСПР (НСХ Pt100)	4...20 мА	±3	RS-232, RS-485	IP54
КМ-5 (ТБН «Энергосервис», Москва)	—	2,5...2500 (Д _у 15...300 мм); РМ-5	0...150; КТПТР	КРТ-1-1,0; 4...20 мА	±4	RS-232, RS-485	IP54
КМ-5-Б (ТБН «Энергосервис», Москва)	—	2,5...2500 (Д _у 15...300 мм); РМ-5-Б		ИД; 0...1,6 МПа	±2; ±5	RS-485	IP54

Учет расхода природного и др. технических газов (азот, аргон, аммиак, водород, кислород, ацетилен и др.) осуществляется с помощью вычислителей количества газов по выходным сигналам преобразователей температуры, давления и объема газов и определения значений расхода и объема газа, приведенных к нормальным условиям.

Вычислители количества газов входят в состав измерительных комплексов, обеспечивающих индикацию и регистрацию измеряемых и вычисляемых параметров, а также среднечасовых и среднесуточных значений. Возможно создание часовых, суточных, декадных и месячных архивов данных.

Уравнения вычислений расхода газов соответствуют ГОСТ 8.563.1-97, ГОСТ 8.563.2-97, ГОСТ 8.563.3-97, ГОСТ 30319.2, ГОСТ 8.563.

На рис. 1.120 показан общий вид корректора газов «Взлет КГ-411» ЗАО «ВЗЛЕТ».

В табл. 1.72 приведены технические характеристики вычислителей количества газов.



Рис. 1.120

Таблица 1.72. Характеристики вычислителей количества газов

Тип	Число преобразователей; выходные сигналы			Погрешность, %	Выходной сигнал	Степень защиты	Напряжение питания
	Температура	Давление	Расход				
СПГ741 ЗАО «НПФ Логика»	5×(4...20 мА); 2х (0...18/500 Гц); 2×ТС (НСХ 50П, 100П, 50М, 100М)			±0,2	RS-232, Centronics	IP54	9...24 VDC
СПГ761 ЗАО «НПФ Логика»	8×(0...5, 0/4...20 мА); 3×(0...1000 Гц); 3×ТС (НСХ 50П, 100П, 50М, 100М)			±0,15	RS-485, Centronics	IP54	220 VAC
ВКГ-2 ЗАО «НПФ Теплоком»	3×ТС (50М, 50П, 100М, 100П, 500М, 500П)	8×(0...5 мА, 0/4...20 мА)	3×(4...20 мА)	±0,15	RS-232, RS-485, Centronics	IP54	220 VAC
ВКГ-3Т ЗАО «НПФ Теплоком»	100П, 500П, Pt100, Pt500	4...20 мА	1000 Гц	±0,2	RS-232, RS-485	IP54	9...24 VDC
Валет КГ-411 ЗАО «ВЗЛЕТ»	-50...+180 °С	0...15 МПа	0...1·10 ⁶ м ³ /ч	±0,2	RS-232, RS-485	IP54	36 VDC

1.11.2 Электросчетчики

Учет потребляемой электроэнергии осуществляется с помощью электросчетчиков и сумматоров электрической энергии.

Счетчики электрической энергии подразделяют на одно- и трехфазные, электронные и индукционные, одно- и многотарифные.

Счетчики по вариантам исполнения делят на счетчики непосредственного включения и трансформаторного включения. Счетчики используются для измерения активной и реактивной электрической энергии в однофазных двухпроводных, трехфазных трехпроводных и четырехпроводных цепях переменного тока.

К числу основных технических характеристик электросчетчиков относят класс точности, номинальный ток и номинальное напряжение, число тарифов, выходной сигнал, габариты, массу, устойчивость к температурным и механическим воздействиям и др. К числу характеристик электросчетчика относят также встроенную защиту от самохода (отсутствие сигнала при отсутствии тока в токовых цепях электросчетчика), наличие ЖК-дисплея или счетного механизма и др [1.150,1.151.

Управление техническими системами

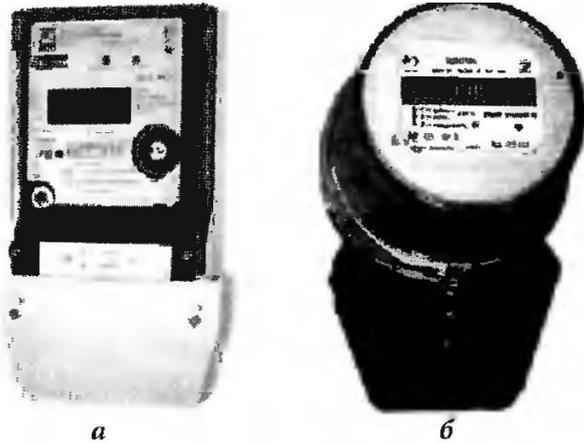


Рис. 1.121

На дисплей помимо электрических параметров выводится текущее время (часы, минуты), текущая дата (день, месяц, год), текущее значение средней мощности, энергия потребления по тарифным зонам и др.

Ниже рассмотрены основные функции и технические характеристики электронных электросчетчиков с выходным сигналом.

А. Учет и индикация параметров:

- количество потребленной и отпущенной активной и реактивной электроэнергии отдельно, нарастающим итогом, суммарно и отдельно;
- по нескольким тарифам (число тарифов от одного до восьми);
- количество потребленной и отпущенной активной и реактивной электроэнергии отдельно по тарифам за прошедшие дни и месяцы;
- вывод графиков усредненной на заданном интервале времени потребляемой активной мощности;
- измерение и регистрация потребляемой электроэнергии после перерыва питания;
- регистрация ежесуточных максимумов и минимумов получасовых мощностей с фиксацией даты и времени;
- фиксация отключения силовой цепи на время более чем на заданную длительность (до нескольких минут);
- фиксация даты обмена информацией с внешними устройствами, а также попыток несанкционированного доступа к данным;
- автоматическое изменение сезонного времени (летнее/зимнее), ведение календаря.

Б. Параметры, задаваемые по интерфейсу (RS-232, RS-485, CAN):

- коэффициенты тока и напряжения;

Управление техническими системами

- текущее время и дата;
- величина суточной коррекции хода часов;
- разрешение (запрет) перехода на летнее/зимнее время;
- задание тарифного расписания;
- пароли для доступа и редактирования параметров;
- скорость обмена по интерфейсу;

Электросчетчики соответствуют ГОСТ 30206-94, ГОСТ 30207-94, ГОСТ Р 52320-2005, ГОСТ Р 52323-2005, ГОСТ Р 52425-2005.

На рис. 1.121, а показан общий вид электросчетчика Ф669М, на рис. 1.121, б — ЦЭ2726 ОАО «ЛЭМЗ».

В табл. 1.73 приведены основные технические характеристики отечественных электронных электросчетчиков.

В случае большого числа электросчетчиков и необходимости решения задач диспетчеризации интегрированной системы учета и распределения электрической энергии применяются сумматоры. Сумматор рассчитан на работу с электросчетчиками, имеющими выходной электрический сигнал (числоимпульсный или аналоговый).

Сумматоры обеспечивают комплексное решение задач многотарифного учета потребления и отпуска электрической энергии и мощности, многозонного контроля максимумов энергопотребления, управление нагрузками и организации систем диспетчеризации распределения электрической энергии.

Управление техническими системами

Таблица 1.73. Характеристики отечественных электронных электросчетчиков

Тип	Варианты подключения	Число тарифов	Класс точности	Номинальные значения		Выходной сигнал
				Ток, А	Напряжение, ВАС	
Однофазные электросчетчики						
СЭА11-2 (ОАО «Сигнал», г. Ставрополь)	Непосредственное ¹⁾	2	2	5 (65)	220	Импульсный
СОЛО (ОАО «ЛЭМЗ», С.-Петербург)	Трансформаторное	1	1; 2	5 (60)	220	Импульсный
ЦЭ-2726 (ОАО «ЛЭМЗ», С.-Петербург)	Непосредственное	4	1	5 (50)	220	RS-485
СОЭТ-1 (ОАО «МЭТЗ», г. Мытищи)	Непосредственное	4	2	5 (60)	220	Импульсный
СЭТ1-2К5 («ГРПЗ», г. Рязань)	Непосредственное	2	1	5 (50)	220	Импульсный
СЭБ-2А.07 («НЗиФ», г. Н. Новгород)	Непосредственное	4	2	5 (50)	220	RS-485
Трехфазные электросчетчики						
ОАО «Сигнал», г. Ставрополь						
СЭА3-1	Непосредственное	1	2	5 (55)	3×220	Импульсный
СЭА3-2	Трансформаторное	2	2	1 (8)	3×220	Импульсный
СЭА32	Трансформаторное	8	1	5 (50)	3×220/380	RS-232, RS-485
СЭ 3000	Непосредственное	4	0,5	0,025(7,5)	3×220	RS-232, RS-485, CAN
«МЗЭП», Москва						
СТЭ-561/П5	Непосредственное	4	1	5 (7,5)	3×220/380	RS-485
СТЭ-561/П50	Трансформаторное			5 (50)		
СТЭ-561/П100	Трансформаторное			10 (100)		
«МЭТЗ», г. Мытищи						
СЭТ4-1/1 СЭТ4-1М СЭТ4-1/2М	Непосредственное	1	1	5 (7,5) 5 (60) 10 (100)	3×220/380	Импульсный
«ИНКОТЕКС», Москва						
Меркурий-230ART-03	Непосредственное	4	1	5 (7,5)	3×220/380	GSM
ОАО «ЛЭМЗ», С.Петербург						
ЦЭ-2727	Непосредственное	8	1		3×220/380	RS-232, RS-485
ТРИО	Непосредственное	1	1; 2	1(2); 5(10); 5(50); 10(100)	3×(76...264)	Импульсный
Ф669М	Непосредственное	8	0,5	5 (10)	3×230/400	RS-232, RS-485
Альфа «АВВ ВЭИ Метроника»	Трансформаторное	4	0,5	5	3×220/380	RS-485, ИРПС

¹⁾ При величине тока до 5 А применяется прямое подключение, при токе >5 А — подключение через измерительные трансформаторы тока.

Так, сумматор СПЕ 542 «НПФ Логика» имеет 16 универсальных числоимпульсных входов и 4 дискретных управляющих выхода. Система учета, построенная на базе сумматора СПЕ 542, может объединить 32 учетные группы с общим числом измерительных каналов до 128 каналов. Для увеличения числа обслуживаемых каналов к сумматору можно подключить от одного до семи расширителей, каждый из которых имеет до 16 входов (итого, 8x16 до 128 каналов). Основные параметры энергопотребления заносятся в архивы, которые размещаются в энерго-независимой памяти. Там же находится массив параметров настройки (база данных). Управление базой данных производится с клавиатуры сумматора или с помощью компьютера. Сумматор имеет интерфейсы RS-232 (для связи с компьютером или для подключения модема), RS-485 и оптический интерфейс по стандарту IEC 1107 (для связи с переносным компьютером).

1.11.3 Автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ)

Первоначальное название автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) к настоящему времени претерпело изменение. Это связано с интеграцией средств учета электроэнергии и технического учета потребления тепловой энергии. Таким образом, речь идет о системе контроля и учета энергоресурсов.

Системы АСКУЭ предполагают объединение в единую систему всех приборов и средств контроля параметров энергоносителей (давление, расход, температура, активная и реактивная электрическая мощность) на базе единого программно-технического комплекса. Этим добиваются сокращения времени и финансовых ресурсов на оптимальный выбор технических средств, их монтаж и эксплуатацию на объектах тепло- и электроэнергетики.

Вопросам учета и управления энергоресурсами посвящено много работ [1.143- 1.146]. По принятой терминологии АСКУЭ подразделяются на системы коммерческого и технического учета.

Коммерческий учет подразумевает учет выработанной или отпущенной потребителю энергии для денежного (финансового) расчета с поставщиком. Техническим учетом называется учет при контроле потребления энергии внутри предприятия его подразделениями (цехами, отделами и т. п.).

АСКУЭ по классификации могут быть централизованными или децентрализованными, двух- или трехуровневыми, с аналоговыми, дискретными или смешанными измерительными каналами, одно- или многопоточными и др.

Основные требования, предъявляемые к АСКУЭ:

- коммерческий учет тепловой и электрической энергии, газа, воды и т. п. на вводе в предприятие;
- коммерческий учет энергоресурсов, отпускаемых потребителям;
- технический учет энергоресурсов по подразделениям предприятия;
- контроль энергопотребления в заданных временных интервалах (минуты, часы, смена, сутки и т. д.);
- фиксация отклонений контролируемых параметров энергоучета и их сигнализация;
- автоматическое управление энергопотреблением по заданным критериям;
- внутренний расчет потребления энергоресурсов подразделениями предприятия.

Управление техническими системами

На практике получили применение трехуровневые АСКУЭ.

Нижний уровень представлен первичными преобразователями параметров энергоносителей (температура, давление, расход, электрическая мощность) с унифицированным выходным сигналом (аналоговым и/или дискретным)

Средний уровень представляют специализированные измерительные и вычислительные устройства или программно-технические комплексы, осуществляющие сбор, обработку, хранение и передачу сигналов на верхний уровень (теплосчетчики, сумматоры, ИИС, контроллеры и т. п.).

Верхний уровень представляют рабочие станции на базе персональных компьютеров, в задачу которых входят сбор информации, поступающей со среднего уровня, обработка информации по отдельным абонентам и группам, ее отображение и документирование (печать) для анализа и принятия решений службами главного энергетика, главного метролога и др. службами предприятия.

Основные функции систем среднего и верхнего уровней АСКУЭ:

- создание нормативно-справочной базы предприятия по каждой точке и группе с учетом тарифов, зон и временных интервалов энергоучета;
- создание базы данных параметров АСКУЭ по каждой точке энергоучета с заданным интервалом дискретизации (большинство АСКУЭ работает с реляционными базами данных);
- обработка данных энергоучета в соответствии с действующими тарифами и отображение информации в виде графиков, таблиц и рапортов с возможностью печати;
- сигнализация о выходе параметров энергоучета за пределы нормального функционирования, диагностика неисправностей и др.

В целом уровень энергопотребления предприятия обусловлен энергоемкостью используемого технологического оборудования и режимами его эксплуатации.

Снижение энергопотребления может быть достигнуто заменой устаревшего малоэффективного оборудования (или его модернизации) и выбором оптимального режима энергопотребления. Последнее достигается изменением режима работы оборудования во времени и по величине энергопотребления в течение суток (в пиковых зонах) для минимизации затрат в рамках многотарифной системы платежей. Примерами комплексных информационно-измерительных систем являются:

Управление техническими системами

- измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) «СПРУТ» ЗАО «ОВ», предназначенный для автоматизированного учета и контроля за потреблением основных энергоносителей (вода, пар, газы, тепло, электроэнергия);
- комплекс технических средств «ИСТОК» НПЦ «Спецсистема», предназначенный для учета потребления (выработки) природного газа, пара, воды, сжатого воздуха;
- информационно-измерительная система «ЛОГИКА» НПФ «ЛОГИКА», предназначенная для технического и коммерческого учета тепловой энергии теплоносителя (вода, пар, природный и др. технические газы), электрической энергии и мощности;
- система учета и регулирования энергии «Энергоучет» НПО «Системотехника», предназначенная для учета теплоносителей (вода, пар) и многотарифного учета электроэнергии;
- комплекс технических средств ОАО «Энергомера» («КТС Энергомера») предназначенный для автоматизации контроля коммерческого и технического учета электроэнергии и мощности на энергетических объектах промышленных предприятий.

Не рассматривая в целом зарубежные АСКУЭ, приведем в качестве примера АСКУЭ типа Teleperm фирмы Siemens, работающую в структуре PCS7. Система построена на базе контроллеров Simatic, станции распределенного ввода-вывода Simatic ET200, SCADA-системы WinCC и другого серверного и сетевого оборудования. Основные характеристики отечественных систем представлены в табл. 1.74.

Таблица 1.74. Характеристики информационно-измерительных систем

Тип	Средства контроля параметров				Число каналов	Интерфейс
	Давление	Расход	Температура	Электроэнергия		
ИВК «СПРУТ» (ЗАО «ОВ»)	Входные сигналы: канал 1: токовый импульсный; канал 2: 0...5 мА, 0/4...20 мА; канал 3: ТС; канал 4: «СК»			Электросчетчики: ЕвроАльфа; ЦЭ6823; СЭТ-4ТМ; СТС5605	16	RS-232, RS-485
«ИСТОК» (НПЦ «Спецсистема»)	0...10 МПа; РС-28, PR-28 (Aplisens, Польша)	Диапазон 1:10; Prowirl 72 (Endress+Hauser); Метран-300 (ГК Метран); UFM-001 (ЗЭиМ)	-50...+450°C ТС (HCX 50П, 100П)	—	4	GSM, Centronics
ИИС «Логика» (ЗАО НПФ «Логика»)	Теплосчетчики СПТ941, СПТ961. Корректоры СПТ741, СПТ761, СПТ762, СПТ763			Сумматор СПЕ542	4; 8	RS-232, RS-485, IEC 1107
«Энергоучет» (НПО «Системотехника»)	Теплосчетчик HC-200W			32x(МГУ-32)	4	RS-232, RS-485, УКВ-радиоканал
	4x(Сапфир 22МДИ, Метран 43, МИДА-ДИ, МТ-100)	4x(UFM-001, ВЗЛЕТ-РС, УРСВ, ПРЭМ, Метран-300ПР и др.)	4x(ТС HCX 100М, 100П), КТПТР-01, КТСПр-001 и др.			
«КТС Энергомера» ОАО «Энергомера»	—	—	—	Электросчетчики ЦЭ6805, ЦЭ6811, ЦЭ6850; УСПД-164-01	16...256	RS-485, CAN, GSM

Управление техническими системами

Дальнейшей интеграцией средств и систем учета тепловой энергии является создание автономных тепловых пунктов на заданную мощность теплоносителя.

Примером такого тепловых пункта является автоматизированный тепловой пункт «ВЗЛЕТ АТП» фирмы «Взлет», включающий в себя датчики температуры, давления, узел учета расхода тепловой энергии и теплоносителя, регулирующие клапаны и насосы. Общий вид тепловых пункта приведен на рис. 1.122, а его структура — на рис. 1.123.

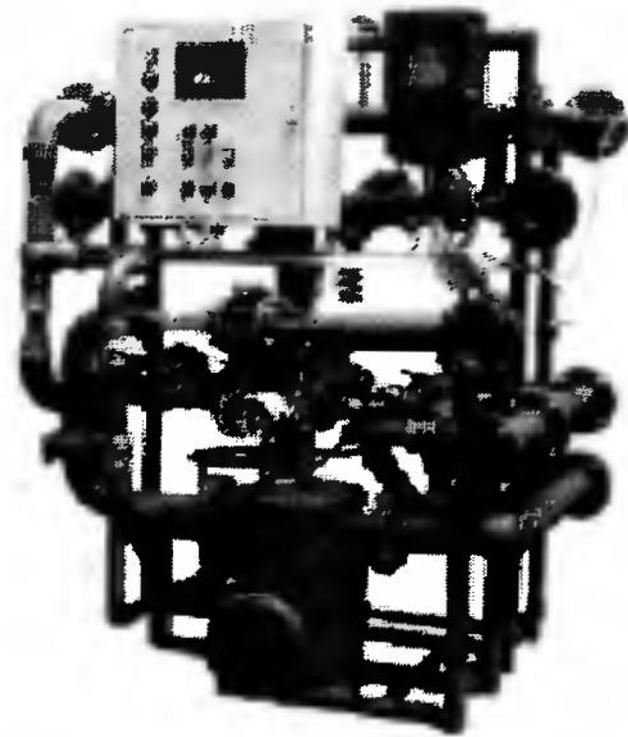


Рис. 1.122

Тепловый пункт «Взлет АТП» обеспечивает постоянную подачу тепла в систему отопления в соответствии с заданным расписанием и с учетом температуры наружного воздуха, а также постоянство температуры воды в системе горячего водоснабжения (ГВС).

Помимо этого тепловый пункт обеспечивает постоянство напора теплоносителя, регулирование температуры воды, возвращаемой в теплосеть, сигнализацию при возникновении нестандартных ситуаций. Насосы теплового пункта работают с 50%-ным резервированием. В автоматическом режиме через определенные промежутки времени, задаваемой пользователем, один из насосов останавливается на короткое время для промывки его фильтра другим насосом.

Управление техническими системами

АТП могут использоваться в индивидуальных тепловых пунктах (ИТП), центральных тепловых пунктах (ЦТП), локальных автоматизированных котельных или в индивидуальных котельных частных зданий.



Рис. 1.123

Важной особенностью модификаций «Взлет АТП» модульного исполнения является то, что это универсальное средство регулирования измерения, коммерческого учета и регистрации управления и контроля (щит электроуправления с регулятором отопления и возможностью управления по модему), собранное в единое модульное устройство, позволяет осуществить полную автоматизацию системы теплоснабжения. АТП подключается по входу к тепловой сети централизованного теплоснабжения и/или городскому водопроводу, а по выходу — к системам отопления, ГВС ит. д.

Информация выводится на жидкокристаллический индикатор регулятора отопления «Взлет-РО» с помощью интерфейса RS-232.

Основные технические характеристики АТП.

- давление в подающем трубопроводе 1,6 МПа;
- давление в обратном трубопроводе 0,8 МПа;
- температура теплоносителя в подающем трубопроводе 5... 150 °С;
- температура теплоносителя в обратном трубопроводе 5... 95 °С;
- температура окружающей среды 5...50°С;
- напряжение питания 3х380 **VAC**;
- потребляемая мощность 0,44 кВА.

В работе [1.145] приведен пример АСКУЭ на базе программно-технического комплекса ЭКОМ. Типовая структура ПТК ЭКОМ приведена на рис. 1.124. Компонентами ПТК являются: Энергокомпьютер ЭКОМ-3000, MS SQL-сервер (могут использоваться базы данных Oracle, Dbase, Paradox) и программное обеспечение.

Управление техническими системами

ЭКОМ-3000 представляет собой проектно-компоновемый модульный PC-совместимый промышленный компьютер (на шине ISA) с модулями аналогового, дискретного и числоимпульсного (частотного) ввода и дискретного вывода («СК»). В структуре ЭКОМ-3000 также используются измерительные преобразователи, счетчики и модули ввода-вывода с интерфейсами RS-232, RS-485, ИРПС. В качестве графической редактора используется MS Visio 2000. ПТК ЭКОМ применяется в электроэнергетике, металлургии и других отраслях промышленности.

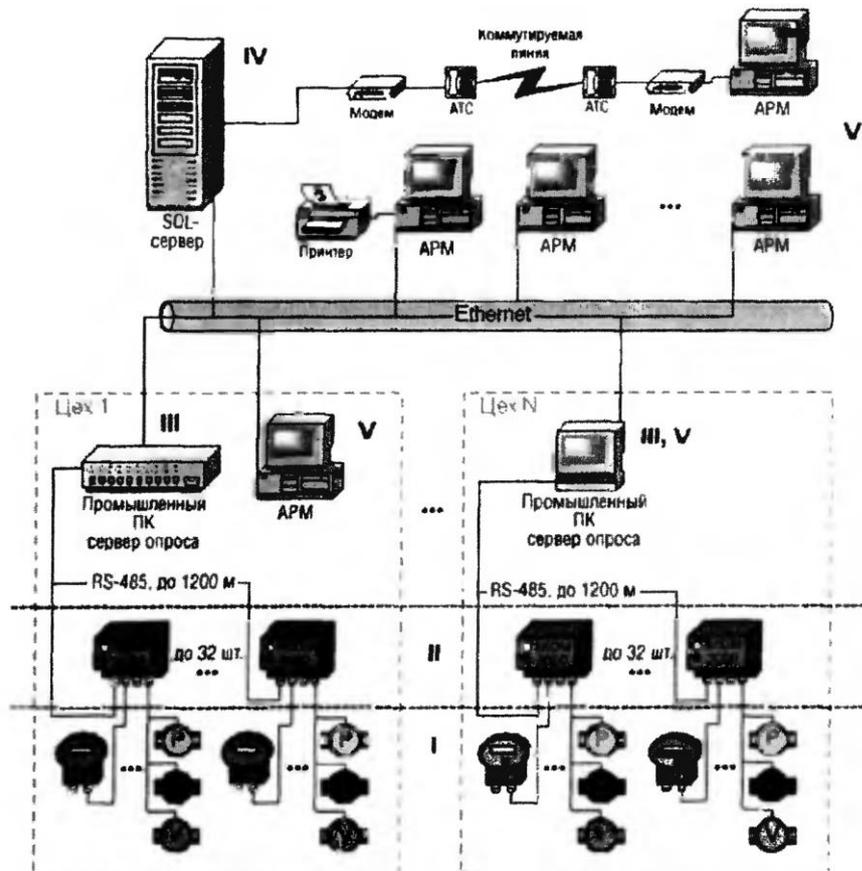


Рис. 1.124

Лекция

по теме 3.5.3. Программные средства автоматизации конструирования, моделирования и проектирования

ВОПРОСЫ

1. Пакеты прикладных программ САПР.
2. Инструментальная среда разработки приложений сбора данных и управления Genie.
3. Назначение, возможности и структура инструментальной среды "Delphi".

4. SCADA-системы. Краткая характеристика SCADA-систем RTWin, TRAGE MODE, GENESIS32.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стехин А.П. Основы конструирования, моделирования и проектирования систем управления производственными процессами. Учебное пособие: – Донецк, 2008.

1. Пакеты прикладных программ САПР

САПР - признанная область применения вычислительной техники. Компьютер может предоставить конструкторам и технологам полный набор возможностей САПР и, освободив их от рутинной работы, дать возможность заниматься творчеством, что резко повышает производительность труда.

Приближение САПР к конструктору позволило резко повысить производительность самих САПР, распространение которых сдерживалось трудностью алгоритмизации конструкторских задач. Действительно, невозможно к каждому конструктору "приставить" программиста. Это противоречие может быть устранено только широким распространением прикладных программных средств, "общающихся" с конструктором на "естественном" языке. Следует отметить, что это справедливо не только для компьютерной графики. Практически все современное программное обеспечение ориентируется на пользователя, дружелюбно общаясь с ним понятным ему способом и предоставляя ему полную свободу действий. Такое "общение" человека с компьютером возможно только в интерактивном (диалоговом) режиме, когда пользователь тут же на экране видит результат своих действий. САПР также ориентированы на работу в интерактивном режиме, предоставляя проектировщику оперативный доступ к графической информации, простой и эффективный язык управления ее обработкой с практически неограниченными возможностями контроля результатов. В первую очередь это относится к графическому диалогу, поскольку именно графика (чертежи, схемы, диаграммы и т.п.) как наиболее эффективный способ представления информации, занимает привилегированное положение в САПР. Таким образом удается автоматизировать самую трудоемкую часть работы - по оценкам специалистов конструкторских бюро, в процессе традиционного проектирования на разработку и оформление чертежей приходится около 70% от общих трудозатрат конструкторской работы (15% - на организацию и ведение архивов, и 15% - собственно на проектирование, включающее в себя разработку конструкции, расчеты, согласование со смежными областями и т.д.).

Управление техническими системами

Многие современные программные системы, ориентированные на проектирование промышленных изделий, имеют достаточно большой арсенал возможностей интерактивной графики, обеспечивая возможность создания и редактирования двумерных изображений, состоящих из проекций изделия, штриховки, размеров и т.д., а также формирования реалистичных трехмерных изображений проектируемых изделий, построенных из исходных данных чертежа с удалением невидимых линий, с учетом различных способов освещения, задания параметров структуры поверхностей и т.п. При этом САПР предоставляют принципиально недостижимые ранее возможности. Фактически конструктор попадает в новую среду - среду компьютерной графики. И качество пакета САПР едва ли не в первую очередь определяется тем, насколько труден для конструктора переход к новой технологии при использовании того или иного пакета.

В настоящее время существует огромное количество САПР различной сложности и назначения. Очевидно, что пользователь будет выбирать систему, согласовывая необходимость графических возможностей со стоимостью системы и технических средств, которые обладают требуемыми возможностями. Например, стоимость АРМ ("workstation") Apollo или SAN, обладающих всеми мыслимыми на сегодняшний день возможностями, существенно выше стоимости любого обычного ПК - это просто другой класс машин. Для большинства чертежно-конструкторских работ требуются более скромные, однако все же достаточно широкие возможности, и ряд систем способен их удовлетворить.

Среди систем малого и среднего класса в мире наиболее популярна система AutoCad фирмы AutoDesk, а также системы Pcad, OrCAD (разработка и моделирование электронных устройств, в основном - печатных плат), ArchiCAD (архитектура), «Базис», «Компас», «SolidWorks» (механика), каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки и предпочтительную область применения.

Фирма AutoDesk является одним из признанных лидеров в области разработки САПР, а созданный ею пакет AutoCad - одним из лучших. Это сложная и разветвленная по своей структуре система, которая в то же время легко управляется при помощи простых и ясных команд. Эта система дает пользователю ПК возможности, ранее доступные только на больших и дорогих вычислительных системах. AutoCad обладает эффективной системой ведения диалога с пользователем при помощи нескольких меню. Использование слоев также предоставляет дополнительные удобства для проектировщика, позволяя при наложении слоев с нарисо-

Управление техническими системами

ванными на них изображениями отдельных деталей контролировать их совместимость при общей компоновке, а также держать "про запас" любое число различных вариантов деталей и, включая либо выключая слои, выборочно вводить их в общую компоновку. Законченные чертежи можно хранить в виде комплекта слайдов с возможностью их автоматического просмотра, причем доступность большого количества цветов делает работу с такой системой эстетически приятной.

AutoCad - универсальный графический пакет, предназначенный для любого специалиста, работающего с технической графикой. Фирма Autodesk, ориентируясь на самый широкий круг пользователей, заложила в пакет богатые возможности адаптации к любым предметным областям. Именно поэтому AutoCad завоевал широкую популярность и продолжает сохранять свои позиции на мировом рынке.

Кроме автоматизации собственно чертежно-графических работ, AutoCad с его расширениями (AutoShade, AutoFlix, 3D-STUDIO и др.) предоставляет следующие возможности:

- графическое моделирование, т.е. использование компьютера в САПР в качестве мощного вычислительного средства, позволяющего без особых навыков программирования работать со сложными пространственными моделями; создание и ведение информационной базы данных (архива) чертежей; создание библиотеки стандартных элементов чертежей, относящихся к какой-то предметной области, с тем чтобы строить новые чертежи из уже созданных ранее элементов;
- параметризация чертежей - построение деталей и чертежей с новыми размерами на основе один раз нарисованного чертежа (модели);
- создание демонстрационных иллюстраций и мультфильмов.

Фирма Autodesk на протяжении нескольких лет совершенствует свою систему - в настоящее время существует несколько версий, отличающихся своими функциональными возможностями. Все они совместимы "снизу вверх", т.е. чертежи, созданные на ранних версиях, обрабатываются на более поздних. Наиболее широко сейчас используются версии с 10-й по 14-ю. Последняя версия AutoCAD 2000.

КОМПАС 5 представляет собой современный программный продукт, функционирующий под управлением операционной системы Windows 95/98/NT.

Система имеет настраиваемый оконный интерфейс, соответствующий стандартам Windows, и управляется с помощью команд текстового меню, панелей кно-

Управление техническими системами

пок, контекстно-зависимых (динамических) меню. Оформление экрана, состав кнопочных панелей и любые параметры системы могут быть настроены непосредственно во время сеанса работы. Пользователь может формировать собственные кнопочные панели, в том числе подключая функции прикладных библиотек в качестве команд.

Поддерживается одновременная работа с несколькими документами, а также отображение каждого документа в нескольких окнах. Реализованы различные режимы резервного копирования загруженных документов.

Печать разработанных документов может выполняться на любых устройствах (принтерах или плоттерах), поддерживаемых Windows. Реалистичное изображение документов в режиме предварительного просмотра позволяет компоновать на поле вывода и распечатать одновременно несколько документов. Обеспечена гибкая настройка всех параметров печати. В состав системы входит утилита для разработки собственных драйверов перьевых устройств вывода (плоттеров).

КОМПАС 5 поддерживает технологию OLE, что позволяет вставить документы КОМПАС в любой документ, являющийся OLE-контейнером (например, в документ MS Word). Созданный таким образом OLE-объект в дальнейшем можно просматривать при помощи КОМПАС-Viewer или редактировать средствами КОМПАС. Если при вставке OLE-объекта сохранена связь с источником, то все вносимые в источник изменения будут отражаться в документе-контейнере.

Основными компонентами КОМПАС 5 являются КОМПАС-ГРАФИК - редактор конструкторской документации и КОМПАС-3D - система трехмерного твердотельного моделирования.

Графический редактор позволяет разрабатывать и выпускать различные документы — эскизы, чертежи, схемы, плакаты и т.д. В системе предусмотрены два вида графических документов — чертежи и фрагменты. Чертеж обладает рамкой и основной надписью, в нем можно создавать до 255 видов (проекций, разрезов, сечений), имеющих разный масштаб изображения. На листе чертежа могут быть размещены спецификация, технические требования, знак неуказанной шероховатости. Фрагмент содержит изображение в натуральную величину без элементов оформления (рамки, технических требований и т.п.).

Любой вид чертежа или фрагмент может содержать до 255 слоев, каждый из которых можно делать текущим или недоступным для редактирования или невидимым.

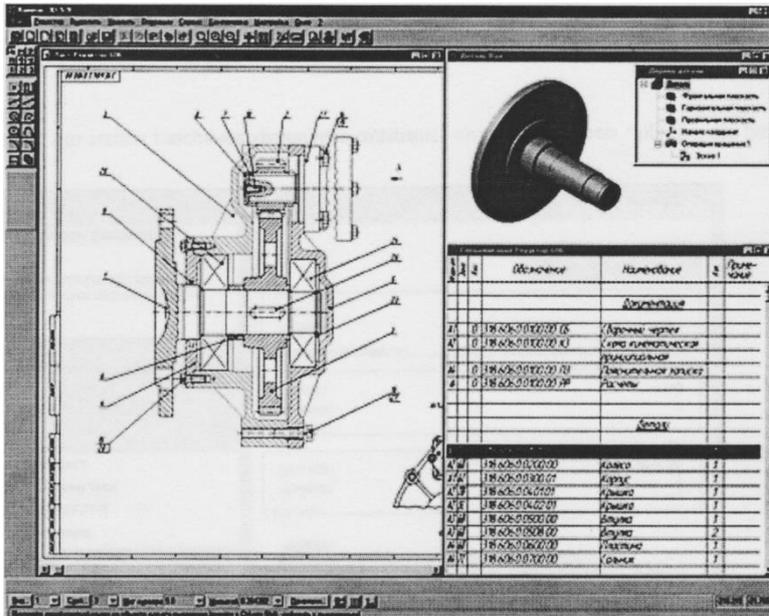


Рис.8.1. Экранная форма КОМПАС.

КОМПАС-ГРАФИК позволяет работать со всеми типами графических примитивов, необходимыми для выполнения любого построения. К ним относятся точки, прямые, отрезки, окружности, эллипсы, дуги окружностей и эллипсов, многоугольники, ломаные линии, кривые NURBS (в том числе кривые Безье). Разнообразные способы и режимы построения этих примитивов (например, команды создания фасок, скруглений, эквидистант, построения отрезков и окружностей, касательных к объектам и т.п.) избавляют пользователя от необходимости производить сложные вспомогательные построения. Для ускорения построений можно использовать локальные системы координат, разномасштабную сетку и механизм объектных привязок.

Одной из самых сильных сторон КОМПАС-ГРАФИК по-прежнему является полная поддержка ЕСКД. Поддерживаются стандартные (соответствующие ЕСКД) и пользовательские стили линий и штриховок. Реализованы все типы линейных, угловых, радиальных и диаметральных размеров (включая наклонные размеры, размеры высоты и размеры дуги). Автоматически выполняются простановка допусков и подбор качества по заданным предельным отклонениям. Среди объектов оформления — все типы шероховатостей, линий-выносок, обозначения баз, допусков формы и расположения поверхностей, линии разреза и сечения, стрелки направления взгляда, штриховки, тексты, таблицы.

В графический документ КОМПАС-ГРАФИК может быть вставлено растровое изображение формата BMP, PCX, DCX, JPEG, TIFF. При вставке растрового объекта возможно задание его масштаба и угла поворота.

Управление техническими системами

Текстовый редактор КОМПАС-ГРАФИК позволяет выпускать различные текстовые документы — расчетно-пояснительные записки, технические условия, инструкции и т.д. Текстовый документ является отдельным типом документа КОМПАС.

Модуль проектирования спецификаций КОМПАС-ГРАФИК позволяет выпускать разнообразные спецификации, ведомости и прочие табличные документы. Спецификация является отдельным типом документа КОМПАС-ГРАФИК.

Многие функциональные возможности модуля разработки спецификаций КОМПАС-ГРАФИК заимствованы из логики и технологии разработки "бумажных" спецификаций.

При заполнении документа на экране пользователь видит стандартную таблицу спецификации и может вводить данные в ее графы.

Приложения КОМПАС: средства разработки приложений КОМПАС-МАСТЕР, машиностроительная библиотека, интегрированные системы проектирования тел вращения КОМПАС-SHAFT Plus и цилиндрических пружин КОМПАС-SPRING, библиотеки элементов гидравлических и пневматических схем, станочных приспособлений, электрических и кинематических схем, архитектурно-строительная библиотека, инструментальные средства ведения типовых проектов, система проектирования металлоконструкций, пакеты библиотек «Элементы инженерных коммуникаций», «Элементы химических производств», «Электроснабжение», «Автоматизация технологических процессов», «Коммутационные устройства», библиотека трубопроводной арматуры, библиотека «Строительные конструкции. Профили», справочник конструкционных материалов, электронный справочник по подшипникам качения.

2. Инструментальная среда разработки приложений сбора данных и управления Genie

Genie является инструментальной средой разработки приложений сбора, обработки и графического представления данных и управления, которая содержит множество встроенных функциональных блоков и графических элементов отображения, позволяющих существенно сократить затраты на разработку программного обеспечения для систем промышленной автоматизации. Разработка приложения заключается в выборе соответствующих функциональных блоков, установлении логических связей между ними, создании графического интерфейса оператора и настройке форм отчетов.

Разработана фирмой Advantech, специализирующейся на выпуске

Управление техническими системами

промышленных компьютеров и других средств автоматизации и сбора данных. Разработкой этой системы фирма "замкнула" цикл, то есть поставляет и технические средства, и программное обеспечение, необходимое для создания промышленных информационно-управляющих систем. В качестве примера рассматривается учебная версия - Genie для Windows v3.04.

Требования к аппаратно-программной платформе - весьма умеренные.

Функциональные возможности: центр обработки данных с открытой архитектурой; программирование на языке сценариев, совместимом с Visual Basic для приложений (VBA); использование мультизадачное™ при реализации алгоритмов сбора данных и управления; объектно-ориентированная графика; стандартный интерфейс пользователя, принятый в Windows; разработка приложений с использованием функциональных блоков; настраиваемый редактор отчетов; отображение, управление и обработка данных в реальном масштабе времени; построение графиков контролируемых параметров в реальном масштабе времени; управление доступом к системной информации и органам управления; обработка событий/тревог; связь с другими приложениями Windows посредством механизма DDE; интерфейс прикладного программирования посредством OLE Automation; библиотеки динамической компоновки, создаваемые пользователем; возможность организации сетевого взаимодействия; поддержка протоколов DeviceNet и CANOpen.

Основные области применения: системы сбора данных и диспетчерского управления; автоматизация производственных участков; создание АРМов технолога; автоматизация лабораторных измерений; измерительные комплексы; системы и комплексы автоматизации испытаний.

Пакет имеет встроенную среду разработки программных сценариев, совместимую с Microsoft VB и VBA, обеспечивающую разработчика системы мощным набором инструментов, который называется редактором сценариев (Script Designer). Редактор сценариев содержит множество функций VBA, а также методов сбора и обработки данных, которые позволяют реализовывать прикладные алгоритмы практически любого уровня сложности. В VBA реализована и постоянно расширяется поддержка многих функций ОС Windows: механизмы динамического обмена данными (DDE) и связывания и внедрения объектов (OLE Automation); функции открытого взаимодействия баз данных (ODBC).

Открытость архитектуры Genie гарантирует пользователю возможность интеграции пакета с корпоративной системой, внедренной или внедряемой на предприятии.

Управление техническими системами

Для уменьшения времени разработки программного обеспечения при сохранении его соответствия показателям назначения и обеспечении легкости последующего сопровождения и модернизации в Genie имеются специальные графические средства разработки и представления данных, которые называются редактор задач (Task Designer) и редактор форм отображения (Display Designer). В редакторе задач используется информационно-поточная модель программирования, которая значительно удобнее для восприятия и алгоритмической интерпретации, чем традиционная линейная архитектура текстовых языков программирования. При разработке приложения пользователем создается блок-схема стратегии без фиксации внимания на различных логических и синтаксических соглашениях, характерных для стандартного программирования. Объекты (пиктограммы функциональных блоков) выбираются из панели инструментов редактора задач и соединяются между собой для передачи данных от одного блока к другому. При необходимости создания графического интерфейса оператора редактор форм отображения обеспечивает возможность разработки удобных для восприятия экранных форм отображения в кратчайшие сроки посредством входящих в пакет стандартных элементов отображения. Кроме того, указанный графический интерфейс оператора может быть усовершенствован с помощью специальных инструментов рисования и элементов отображения, определяемых пользователем. Библиотеки встроенных функциональных блоков и элементов отображения включают в себя наиболее часто используемые в промышленной автоматизации функции сбора, обработки и графического представления данных. HI

Редактор задач пакета Genie позволяет редактировать множество задач одновременно. Каждая задача отображается в своем окне и имеет свои собственные параметры: период сканирования, методы запуска/останова и др. Genie 3.04 поддерживает до 8 задач.

Редактор отчетов пакета Genie предоставляет конфигурируемую среду разработки, в которой пользователи могут определять требуемое содержание отчета, представляющего необходимые данные в определенные моменты времени с последующей автоматической печатью в заданное время. Интерфейсы, предоставляемые редактором отчетов, могут также использоваться для выбора и печати отчетов вручную.

Редактор отчетов обеспечивает выполнение пяти основных функций: сбор данных, конфигурирование формата отчета, составление расписания отчета, генерацию отчета событий и генерацию отчета тревог.

Управление техническими системами

Подсистема регистрации событий пакета Genie позволяет осуществлять непрерывный контроль состояния технологического процесса и системы сбора данных, а также заблаговременно предупреждать возможные отклонения в ходе технологического процесса и функционирования аппаратно-программных средств системы. Гибкие возможности конфигурирования пороговых и предельных значений параметров позволяют реализовать множественные условия, по которым идентифицируются аварийные и предаварийные ситуации. Аварийные значения могут быть отображены, зарегистрированы, сохранены в архиве с добавлением метки времени, а также подтверждены оператором в реальном масштабе времени. Кроме того, протокол аварийных событий может быть отображен на экране монитора или выведен на печатающее устройство для получения твердой копии.

В настоящее время фирмой Advantech разработана более совершенная версия GenieDAQ 4.11.

3. Назначение, возможности и структура инструментальной среды

"Delphi"

Delphi представляет собой систему быстрой разработки приложений, пригодную для создания прототипов и законченных приложений Windows, которые можно сравнить (или они даже превосходят их по скорости и эффективности) с программами, написанными на C, C++, Borland Pascal 7.0 или Visual Basic, а также с программами, созданными другими средствами.

В основе Delphi лежит язык программирования Object Pascal фирмы Borland, но для создания простейших приложений совершенно необязательно быть программистом на Pascal. По мере разработки приложения Delphi визуальным способом автоматически создает соответствующие Pascal-операторы для будущей программы.

Приложение Delphi состоит из одной или нескольких форм, в которые разработчик помещает визуальные компоненты, и имеет возможность модифицировать свойства компонентов и самих форм, а также создавать Pascal-процедуры, обрабатывающие различные события, происходящие в системе.

При запуске созданного приложения Delphi компилирует и компоует исходный код и другие модули для создания исполняемого файла с расширением .exe. Это единственный файл, являющийся результатом разработки, который разработчику необходимо предоставить пользователю созданной программы.

В интегрированную среду разработки Delphi (можно назвать интерфейсом разработчика) входит несколько основных компонентов.

Управление техническими системами

Панель инструментов, как, например, и в текстовом редакторе Word, содержит кнопки (пиктограммы), работающие по принципу "укажи и щелкни" и выполняющие некоторые команды меню.

Главное меню - стандартное меню в стиле Windows.

Форма - во многих приложениях - визуальное изображение главного окна разрабатываемой программы. Форма может представлять и другие окна, например диалоговое окно или дочернее окно в программах с многодокументальным интерфейсом. Простые программы имеют только одну форму, а более сложные приложения могут обладать множеством таких форм. Точечная сетка помогает выравнивать помещаемые на форму компоненты. В скомпилированном приложении сетка не появляется.

Палитра компонентов представляет собой каталог визуальных и прикладных объектов, которые могут быть включены в создаваемые формы (например, интерфейс пользователя) и приложения. Чтобы поместить необходимые компоненты в создаваемую форму, необходимо просто перенести их с палитры компонентов. Компонент, помещенный один раз, становится истинным объектом, готовым для выполнения любой намеченной инструкции.

Закладки страниц палитры. Поскольку различных компонентов в рассматриваемой системе разработки великое множество, все их пиктограммы отобразить на экране одновременно не представляется возможным. Поэтому они разделены на группы, или страницы. При активном состоянии одной из закладок, в области расположения пиктограмм палитры компонентов появляются пиктограммы, соответствующие определенной странице или классу компонентов. В Delphi существует восемь категорий компонентов (и соответственно - восемь закладок): стандартная страница (Standard) содержит наиболее часто употребляемые компоненты, которые фигурируют во всех программах Windows. Эти компоненты обычно имеют однозначную связь со стандартными объектами Windows; дополнительная страница (Additional) содержит несколько более специфический набор компонентов, которые при работе с базовыми приложениями Windows могут и не встретиться;

доступ к данным (Data Access) содержит компоненты, позволяющие присоединить и запросить данные;

управление данными (Data Controls) - на этой странице расположена та часть интерфейса пользователя, которая связана с данными. Имеются компоненты, которые позволяют представлять данные любым способом, принятым в Windows; диалоги (Dialogs) - на этой странице можно найти описание диалоговых панелей для

Управление техническими системами

выполнения таких задач общего характера, как открытие файла, установка принтера, поиск текста и т.д.;

системная (System) - содержит визуальные и невидимые компоненты для таймера, дисковода, компоненты доступа к файлам, а также компоненты OLE и DDE; страница стандарта VBX (Visual Basic eXtensions). VBX - это компоненты, которые следуют определенному фирмой Microsoft формату для использования в Visual Basic. Формат VBX стал стандартом и поддерживается многими средами разработки, включая Delphi. Все относящееся к VBX может быть импортировано в Delphi; образцы (Samples) - ассортимент компонентов, которые поставляются для демонстрации того, как компоненты VBX могут быть добавлены к палитре.

Окно Object Inspector отображает свойства (или события) одного или нескольких выбранных компонентов (или форм). Несмотря на кажущуюся простоту, это окно - одно из самых важных средств программирования Delphi.

Окно редактирования модуля содержит текст программы на языке Pascal, связанный с каждой формой в приложении. Delphi автоматически создает этот программный код, в который можно добавить операторы, выполняемые при выборе команды меню или щелчке по кнопке.

Закладки страниц Properties и Events (свойства и события). Предназначены для перехода от свойств формы к событиям или наоборот, и располагаются в нижней части окна Object Inspector. Свойство представляет атрибут компонента, например размер кнопки или шрифт метки. Событие обозначает различные действия, такие как нажатие кнопки или щелчок мышью.

Первым этапом при создании пользовательских приложений в среде Delphi обычно является разработка пользовательского интерфейса (для информационно-управляющих систем - интерфейса оператора). С помощью визуальных компонентов Delphi можно создать самые разные панели инструментов, строки состояния, индикаторы и т.д.

При разработке самого приложения обычно возникает необходимость создания нестандартных графических форм. В Delphi с помощью определенных свойств (например, Canvas) имеется возможность нарисовать любую фигуру, какую только можно себе вообразить.

Delphi имеет средства для разработки многодокументных интерфейсов (MDI), приложений, связанных с передачей данных, а также средства, поддерживающие динамический обмен данными (DDE), связывание и внедрение объектов

Управление техническими системами

(OLE), и, кроме того, позволяет создавать программное обеспечение для практически всех типов баз данных.

В настоящее время существует несколько версий Delphi, отличающиеся в основном набором компонентов. Разработкой отдельных компонентов для Delphi занимаются многие разработчики ПО. В результате доступны (Internet или CD) тысячи готовых компонентов, которые могут быть использованы в конкретной разработке. Начиная со второй версии Delphi может работать только под Windows 95 и выше.

4. SCADA-системы. Краткая характеристика SCADA-систем RTWin, TRAGE MODE, GENESIS32.

В большинстве случаев АСУ ТП являются системами организационнотехническими, что означает наличие функций, выполняемых человеком (оператором, диспетчером).

Несколько десятков лет назад эти функции заключались в основном в наблюдении за контрольно-измерительными приборами и непосредственном ручном управлении технологическим процессом.

После того как компьютеризация достигла производственного сектора, на рабочих столах операторов стали появляться компьютеры, где взаимодействие между оператором и технологическим процессом осуществляется с помощью программного обеспечения, получившего общее название SCADA.

"SCADA-система" (Supervisory Control And Data Acquisition System) - система сбора данных и оперативного диспетчерского управления. В названии присутствуют две основные функции, возлагаемые на SCADA-систему: сбор данных о контролируемом технологическом процессе;

управление технологическим процессом, реализуемое ответственными лицами на основе собранных данных и правил (критериев), выполнение которых обеспечивает наибольшую эффективность и безопасность технологического процесса.

Если попытаться коротко охарактеризовать основные функции, то можно сказать, что SCADA-система собирает информацию о технологическом процессе, обеспечивает интерфейс с оператором, сохраняет историю процесса и осуществляет автоматическое управление процессом в том объеме, в котором это необходимо и возможно.

Необходимо различать программное обеспечение SCADA, функционирующее в составе АСУ ТП конкретного объекта, и набор инструментальных программных средств, предназначенный для разработки такого программного обеспечения.

Управление техническими системами

SCADA-системы позволяют значительно ускорить процесс создания ПО верхнего уровня АСУ ТП, не требуя при этом от разработчика знаний современных процедурных языков программирования общего назначения. Не секрет, что в тонкостях автоматизируемого технологического процесса разбирается только технолог или другой представитель технологического персонала, как правило, не обладающий навыками программирования. SCADA-система должна быть доступной не только для разработчика, но и для конечного пользователя создаваемой АСУ ТП, поскольку облик системы определяется и может подвергаться изменениям как разработчиком, так и пользователем.

Помимо доступности, SCADA-системе должна быть присуща максимальная открытость - наличие универсальных и общепринятых механизмов обмена данными с аппаратурой ввода-вывода.

Умеренная цена и эффективное использование вложенных средств - стоимость системы, затраты на освоение и стоимость работ по созданию, сопровождению и развитию АСУ ТП должны быть минимальными. При прочих равных условиях данное требование является наиболее существенным при выборе SCADA-системы.

Краткая характеристика SCADA-систем RTWin, TRACE MODE, GENESIS32.

RTWin представляет собой мощный и гибкий инструмент для проектирования систем контроля и управления (СКУ) технологическими процессами, предоставляющий разработчику все возможности для создания мощной распределенной и масштабируемой СКУ, функционирующей в реальном масштабе времени. RTWin разработан как универсальная система, которая может найти применение в различных областях промышленности. Как интегрированный пакет, обеспечивающий полный цикл разработки и функционирования СКУ, RTWin состоит из: среды разработки, включающей редакторы ресурсов для проектирования СКУ; среды исполнения, включающей администраторы соответствующих ресурсов и обеспечивающей функционирование СКУ.

RTWin в полной мере использует все преимущества QNX - эффективной и надежной сетевой операционной системы (ОС). В качестве среды визуализации используется графический интерфейс Photon microGUI. RTWin - единственный пакет данного класса, для QNX, разработанный в России.

TRACE MODE 5 для Windows NT (разработчик - фирма AdAstra, г.Москва) представляет собой SCADA-систему нового поколения, имеющую следующие ос-

Управление техническими системами

новные особенности: обеспечение единых инструментальных средств (единой линии программирования) как для разработки операторских станций, так и для программирования контроллеров; разработка распределенной АСУ ТП как единого проекта; технология автопостроения проекта.

Разработанные в инструментальной системе TRACE MODE 5 язык функциональных блоков (Техно FBD) и язык инструкций (Техно IL) включают набор из более чем 150 элементарных и библиотечных функций. Среди встроенных алгоритмов ПИД, ШИМ-преобразование, динамическая балансировка, алгоритмы массового обслуживания, блоки моделирования объектов, произвольно программируемые алгоритмы, арифметические, алгебраические, логические, тригонометрические, статистические функции, а также функции расчета технико-экономических показателей и т.д. Добавлен ряд функциональных блоков, ориентированных на контроль и управление типовыми технологическими объектами (клапан, задвижка, привод и т.д.). Кроме того проектировщик имеет возможность наращивать библиотеки языков своими собственными функциями, учитывающими особенности задач, решаемых в его проектах.

Суть автопостроения заключается в автоматическом генерировании баз каналов операторских станций и контроллеров, входящих в проект АСУ ТП, на основе информации о числе точек ввода/вывода, номенклатуре используемых контроллеров и устройств сопряжения, наличии и характере связей между ПК и контроллерами. Благодаря автопостроению разработка АСУ ТП сводится к следующим несложным процедурам:

- размещение в рабочем поле редактора базы каналов TRACE MODE 5 значков (объектов) контроллеров и операторских ПК;
- указание наличия информационного обмена между узлами;
- запуск автопостроения проекта;
- задание математической обработки данных и алгоритмов управления.

Разработка графического интерфейса операторских станций осуществляется в объектно-ориентированном редакторе представления данных. Среди графических элементов, которые могут быть размещены на экранах графических баз, можно выделить три типа:

- статические элементы (неизменяемые элементы мнемосхем);
- динамические формы отображения и управления (кнопки, тренды, гistogramмы, анимация и т.д.);
- графические объекты.

Управление техническими системами

Графические объекты могут включать в себя неограниченное количество статических элементов рисования и динамических форм отображения. Они вставляются в экраны в виде одного элемента.

GENESIS32 - комплект инструментальных средств фирмы ICONICS для создания программного обеспечения верхнего уровня АСУ ТП, который основан на новейшем открытом стандарте взаимодействия аппаратуры и программных средств разных производителей OPC (OLE for Process Control). OPC (механизм связывания и внедрения объектов для сбора данных и управления в системах промышленной автоматизации) является наиболее общим способом организации взаимодействия между различными источниками и приемниками данных, такими как устройства, базы данных и системы визуализации информации о контролируемом объекте. OPC обеспечивает интерфейс между приложениями-клиентами и серверами путем реализации стандартного механизма связи между источниками данных (серверами) и получателями данных (клиентами). Иными словами, OPC является аналогом технологии Plug-n-Play для программного обеспечения в сфере промышленной автоматизации. Стандарт OPC основан на решениях, предлагаемых компанией Microsoft в рамках операционной системы Windows.

GENESIS32 включает в себя следующие приложения, являющиеся клиентами OPC: GraphWorX32, TrendWorX32, AlarmWorX32, а также содержит среду разработки сценарных процедур VBA Scripting. Кроме того, в состав пакета входит сервер системного администрирования Security Config и сервер фоновой архивации данных Persistent Trending.

GraphWorX32 является инструментальным средством, предназначенным для визуализации контролируемых технологических процессов и оперативного диспетчерского управления на верхнем уровне АСУ ТП. Основные характеристики:

- многопоточное 32-разрядное приложение; возможность обмена данными с любыми серверами OPC;
- мощные инструменты для создания экранных форм и динамических элементов отображения;
- возможность встраивания элементов управления ActiveX и объектов OLE;
- средства разработки шаблонов экранных форм, содержащих наиболее часто используемые слои графических объектов;
- возможность встраивания в HTML-страницы и серверы OLE (MS Word, MS Excel и др.);
- возможность просмотра браузерами Интернет;

Управление техническими системами

- обширная библиотека элементов отображения, ориентированных на построение мнемосхем промышленных объектов;
- возможность встраивания графиков и журналов событий и тревог;
- средства импорта графических метафайлов (WMF) и растровых изображений (BMP).

TrendWorX32 является многооконным приложением, которое предназначено для выполнения следующих функций:

- представление контролируемых параметров в виде графиков (трендов) различных типов в реальном масштабе времени;
- архивирование значений контролируемых параметров;
- вычисление статистических характеристик выборок значений контролируемых параметров;
- извлечение значений контролируемых параметров из архивов и представление в виде графиков различных типов;
- вывод графиков на печатающее устройство.

Поддерживаются следующие виды трендов:

- ✚ зависимость параметра от времени (с использованием единиц времени по горизонтальной или вертикальной осям);
- ✚ гистограмма параметра;
- ✚ логарифмическая зависимость параметра от времени; зависимость одного параметра от другого.

AlarmWorX32 является мультимедийным приложением, которое предназначено для выполнения следующих функций:

- ❖ голосовое оповещение персонала об обнаруженных аварийных ситуациях; рассылка электронных извещений об аварийных событиях посредством пейджинговой связи и электронной почты;
- ❖ оповещение персонала путем автоматического дозвона по коммутируемым каналам связи с передачей сообщений об аварийных событиях и приемом подтверждений восприятия от ответственных лиц;
- ❖ персональное планирование оповещений для привлечения к мероприятиям по устранению аварийных ситуаций;
- ❖ анализ аварийных событий и действий ответственного персонала; и т.д.

значения, приведенные на рис. 10 в; контакты с дугогашением, независимо от способа дугогашения, изображены на рис. 10г. Контакт с автоматическим возвратом при перегрузке (автоматический выключатель) показан на рис. 10е. Его включают, но при перегрузке он отключается. При необходимости указывать величину, при изменении которой происходит возврат, используются следующие знаки: максимального тока - I_{max} , минимального тока - I_{min} , максимального напряжения - U_{max} , минимального напряжения - U_{min} максимальной температуры - T_{max} .

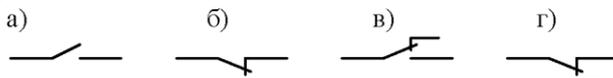
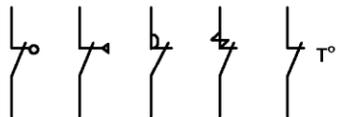
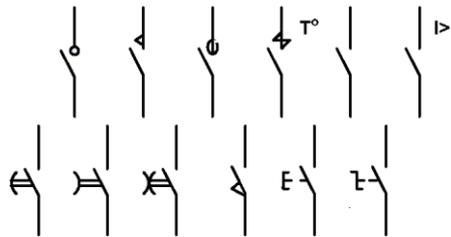


Рис.9. Общее обозначение контактов коммутационных устройств.

а) б) в) г) д) е) ж) з) и) к) л)
н)



о) п) р) с) т) у)

Управление техническими системами

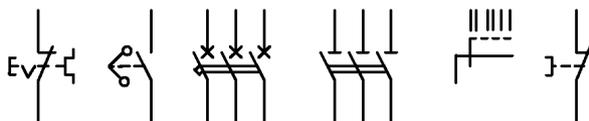


Рис.10. Контакты коммутационных устройств с уточняющими знаками.

Эти знаки представляет около обозначений выключателя, как показано на рис.10 д., е.

Чтобы подчеркнуть наличие выдержки времени и указать её характер, применяют обозначения (рис.10 ж, з, и). На рис.10ж происходит замедление срабатывания замыкающего и размыкающего контактов. На рис.10з, изображены контакты, действующие с замедлением при возврате, и на рис.10и – при возврате и срабатывании. Примеры применения различного привода приведены на рис.10. На рис.10к приведено изображение однополюсного путевого выключателя. На рис.10о – контакт электротеплового реле. С левой стороны контакта показано, что возврат его в начальное положение осуществляется специальной кнопкой, с правой – что разрыв контактов осуществляется приводом с помощью биметалла.

Обозначение кнопочных выключателей нажимного типа приведено на рис.10 п. Для указания кнопочного поворотного выключателя применяется изображение (рис.10н.) кнопочного вытяжного выключателя – (рис.10у). Контакты, замыкающиеся от центробежного привода (например, реле контроля скорости), имеют обозначение, приведенное на рис.10п. Для составления многополюсного обозначения выключателей однолинейное изображение повторяется необходимое число раз. В таких аппаратах, как рубильник, автоматический выключатель и т.п., однополюсные изображения располагают рядом, с минимальным расстоянием между линиями 6 мм, а подвижные контакты соединяют линией механической связи, как показано на рис.10.р., для трёхполюсного выключателя с автоматическим возвратом (автоматического выключателя). На рис.10т дано обозначение многопозиционного (6-позиционного), однополюсного переключателя. Для изображения многополюсного переключателя одно полюсное изображение повторяется необходимое число раз.

Обозначение электродвигателей, предохранителей, сигнальных устройств.

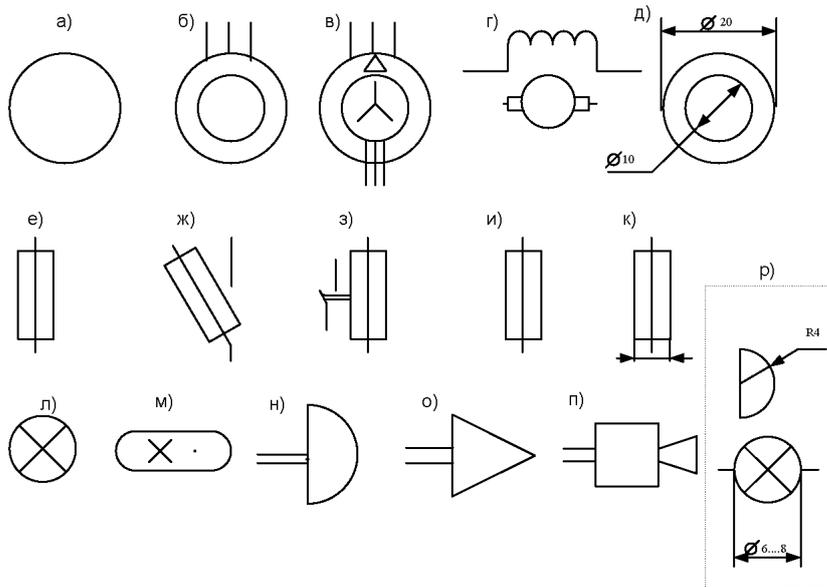


Рис. Электродвигатели, предохранители, сигнальные устройства

Общее обозначение электрической машины показано на рис. 11 а. Внутри окружности допускается указывать следующие данные: а) род машины (генератор – Г; двигатель – М; тахогенератор – Т; газотурбогенератор ГТ; сельсин-Сс и др.); б) род тока, число фаз или вид соединения обмоток в соответствии с ГОСТ 2.750-68. На рис.11 б показан трехфазный асинхронный двигатель с коротко-замкнутым ротором. На рис.11 в. приведена трехфазная асинхронная машина с фазным ротором, обмотка ротора которого соединена в звезду, а обмотка статора в треугольник. На рис.11 г показан двигатель постоянного тока с независимым возбуждением. Размеры условных обозначений приведены на рис.11 д. Общее обозначение плавкого предохранителя дано на рис.11 е, выключателя-предохранителя – на рис.11 ж. Предохранители с сигнализирующим устройством приведены на рис.11 з. – с самостоятельной цепью сигнализации, рис.11 и – с общей цепью сигнализации. На рис.11 л. показано общее обозначение ламп накаливания-

осветительной и сигнальной. В изображении сигнальных ламп противоположные секторы допускается зачернить. Общее обозначение газоразрядной осветительной и сигнальной ламп приведено на рис.11 м. На рис.11 н.п. дано обозначение приборов звуковой сигнализации; рис.11 н. – звонок электрический, общее обозначение; рис.11 о. – сирена электрическая, рис.11 п. – ревун. В полуокружность общего обозначения допускается вписывать обозначение рода тока – постоянный, переменный в соответствии с ГОСТ 2.750-68. Размеры условных обозначений сигнальных приборов приведены на рис.11 р.

Обозначение контактов интегральных микросхем. Интегральные микросхемы (ИС), в которых происходит дискретное преобразование электрического сигнала, обычно называют логическими или цифровыми ИС. Условное графическое обозначение логических элементов имеет форму прямоугольника (рис.12 а), который может содержать три поля: основное и два дополнительных (рис. 12 б, в). Минимальные размеры основного и дополнительного полей приведены на рис. 12 д. функцию, выполняемую логическим элементом, обозначают при помощи символа 'функции' в виде букв, цифр или специальных знаков, при этом количество знаков в символе не ограничивается. Символ функции записывается в основное поле (рис.12 г)

Символы функции для обозначения основных логических операций имеют следующие обозначения: «ИЛИ» – I; «И» – & ; эквивалентность – =; сложение по модулю – M; дешифратор – С; шифратор – D; триггер – Т; триггер двухступенчатый – ТТ.; регистр –RG , счетчик – СТ; генератор – G; мультивибратор – S; формирователь сигнала – F.

Входы и выходы логического элемента в зависимости от состояния сигнала, при котором элемент воспринимает или вырабатывает определенное значение двоичной переменной, подразделяют на прямые и инверсные. На прямом входе 1 (выходе) (рис. 12. е) двоичная переменная имеет значение 1, когда сигнал на этом входе (выходе) находится в состоянии, принятом за «единичное». На инверсном входе 2 (выходе 2), (рис.12 е) двоичная переменная имеет значение 1, когда сигнал на этом входе (выходе) находится в состоянии, принятом за «нулевое». Обозначение инверсного входа (выхода) может быть в виде 3, приведенном на рис.12 е.

Управление техническими системами

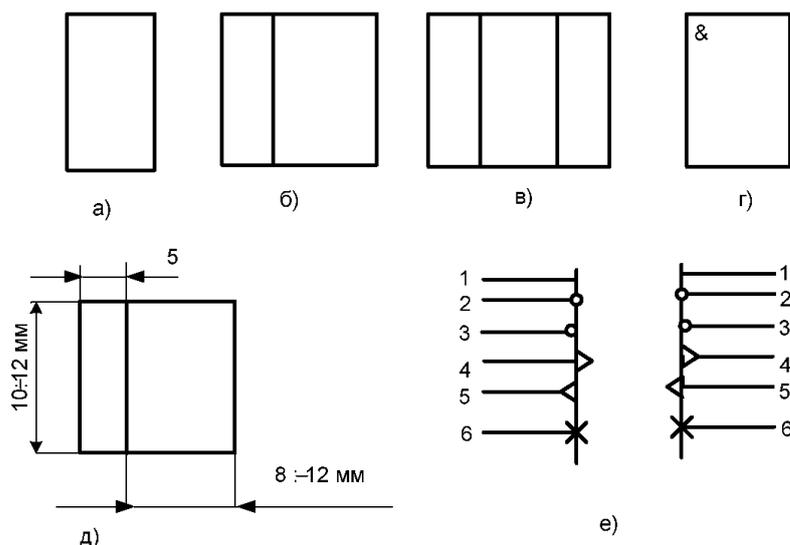


Рис.12. Интегральные микросхемы.

Позиционные обозначения. Все элементы принципиальной схемы должны иметь позиционное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710-81. Обозначения условные буквенно-цифровые, применяемые на электрических схемах. В соответствии с ГОСТ 2.710-81 позиционное обозначение должно состоять из трех частей, имеющих самостоятельное смысловое значение и записываемых без разделительных знаков и пробелов. В первой части позиционного обозначения должен быть указан вид элемента или устройства. Она должна содержать одну или две буквы латинского алфавита. Во второй части позиционного обозначения должен быть указан порядковый номер элемента (устройства) в пределах элементов (устройств) данного вида. Она должна содержать одну или несколько цифр, например, R12 – первая часть представляет собой букву латинского алфавита R – резистор, вторая – порядковый номер – 12. При изображении элемента или устройства разнесенным способом к порядковому номеру допускается добавлять условный номер изображенной части, разделяя порядковый номер и условный номер точкой, например, D 13,2 – цифровая интегральная микросхема D13, часть 2 (второй логический элемент). Порядковый номер элементам присваивается, начиная с единицы, в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме: сверху вниз, слева направо. Допускается последовательность присвоения номеров в зависимости от размещения элементов в изделии, в

направлении прохождения сигналов или функциональной последовательности.

Рекомендуется применять буквенные коды, перечень которых приведен в приложении, столбцы I и 2. В третьей части позиционного обозначения допускается указывать функциональное назначение данного изделия. Например, SIG - выключатель, используемый как ограничитель состояния (перемещения) - конечный выключатель; BIF- резистор I, используемый как защитный, и т.д.

Третья часть позиционного обозначения в электрических схемах используется редко. Методические указания ВНИИмаш по внедрению ГОСТ 2.710-75 уточняют деление элементов на виды с присвоением каждому буквенного кода в соот-

Управление техническими системами

ветствии с приложением. Для построения позиционного обозначения рекомендуется применять двухбуквенные коды. Однако в зависимости от содержания схемы элемент данного вида может быть обозначен одной буквой - общим кодом вида элемента. Например, если в схеме, кроме магнитного пускателя, не содержится реле, то пускатель можно обозначить буквой К, хотя пускатель имеет двухбуквенный код КМ. Кроме того, методические указания запретили использование разделительной точки при чередовании буквенных и цифровых смысловых групп. Позиционные обозначения проставляются на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов (устройств) с правой стороны или под ними. Принципиальные схемы данного учебного пособия выполнены по ГОСТ 2.710-75.

2. Синтез принципиальных электрических схем автоматизации

Состав принципиальных электрических схем автоматизации.

В общем случае принципиальные электрические схемы содержат:

- цепи электропитания, управления, сигнализации, измерения, регулирования, силовые цепи;
- контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, и контакты аппаратов из других схем;
- диаграммы и таблицы включений контактов переключателей, программных устройств, конечных и путевых выключателей, циклограммы работ аппаратуры;
- поясняющую технологическую схему, циклограмму работы оборудования, схему блокировочных зависимостей;
- необходимые пояснения и замечания;
- перечень используемых в данной схеме элементов.

В зависимости от сложности объектов указанные цепи могут изображаться совмещено на одном или нескольких листах, либо для каждой из цепей разрабатываются отдельные схемы, например, принципиальные электрические схемы управления, сигнализации и т.п.

Циклограмма работы аппаратуры, пояснение и примечание помещаются на принципиальных электрических схемах только в случае, когда они необходимы и способствуют более легкому прочтению схемы.

Управление техническими системами

Задание

Для каждой задачи необходимо:

1. Вычертить схему управления электроприводами по приведенным алгоритмам. При этом следует учесть, что в алгоритмах приведены следующие обозначения:

S_1, S_2, S_3 .- кнопки “Пуск”; $\overline{S1}, \overline{S2}, \overline{S3}$.- кнопки “Стоп”; K_1, K_2, K_3 .- обмотки магнитных пускателей, электромагнитных реле; $K1.2, K1.3, K1.4, K2.2, K2.3$.- замыкающие контакты соответствующих обмоток, $\overline{K1.2}, \overline{K1.3}, \overline{K2.2}$.- размыкающие контакты соответствующих обмоток; SQ_1, SQ_2 - замыкающие контакты конечных выключателей; $\overline{SQ1}, \overline{SQ2}$.- размыкающие контакты.

2. Оснастить эти схемы элементами защиты и сигнализации.

3. Показать главные цепи привода.

4. Нанести на схему буквенно-цифровые позиционные обозначения.

ния.

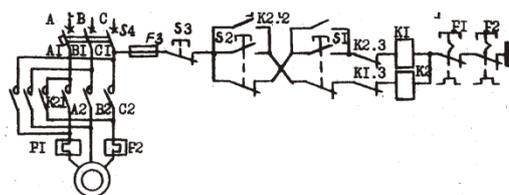
5. Составить спецификацию схемы.

Прочитать вычерченные схемы.

Пример. Примером синтеза принципиальной схемы управления электроприводом может служить схема на рис.1, реализуемая алгоритмом управления.

При вычерчивании следует располагать цепи питания привода (главные цепи) – слева, а цепи управления – справа. В цепи питания привода необходимо показать автоматический выключатель SF обмотки тепловых реле F1, F2, контакты магнитных пускателей.

$$y = \overline{S3} \cdot \{ [(S2 + K2.2) \cdot S1 \cdot K1.3 \cdot K2] + [S2(S1 + K1.2) \cdot K2.3 \cdot K1] \cdot F1 \cdot F2 \}$$



$$Y = \overline{S3} \{ [(S2 + K2.2) \cdot S1 \cdot K1.3 \cdot K2] + [S2(S1 + K1.2) \cdot K2.3 \cdot K1] \cdot F1 \cdot F2 \}$$

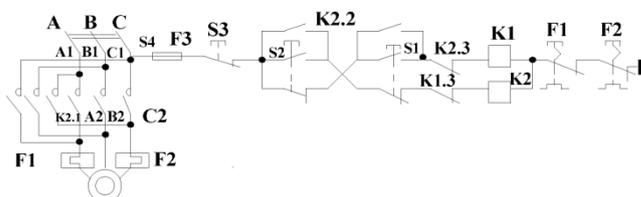


Рис.1. Принципиальная схема управления реверсивным электродвигателем

В цепях управления последовательному соединению элементов соответствует операция логического умножения, а параллельному соединению - логическая операция сложения. Здесь необходимо показать элементы, предохраняющие цепь управления от короткого замыкания, и контакты тепловых реле.

Управление техническими системами

Задача 1.

Принципиальная схема управления электроприводом (приводом подачи станка, нагнетательной тележки сплочной машины и др.) должна обеспечивать следующий цикл:

- пуск привода оператором вперед и назад;
- автоматический реверс привода в конце хода вперед;
- автоматическую остановку в конце хода назад;
- остановку привода оператора в любом положении.

Элементы схемы

Для управления реверсивным двигателем необходим реверсивный магнитный пускатель с обмотками K1 и K2 и контактами K1.1 и K2.1 в цепи включения двигателя блок-контактами K1.2 и K1.3, K2.2, K2.3. Для остановки в конце хода назад необходимы два конечных выключателя SQ4 и SQ5.

Логическая функция имеет вид

$$y = \overline{S1} \cdot [(S2 + K1.2) \cdot \overline{SQ4} \cdot \overline{K2.3} \cdot K1 + (S3 + K2.2 + SQ4) \cdot \overline{SQ5} \cdot \overline{K1.3} \cdot K2]$$

Задача 2.

Принципиальная схема управлением электродвигателем пилы и механизмом подачи (при этом предусматривается возможность подачи материала только на работающую пилу) обеспечивает следующий цикл:

- пуск оператором привода пилы.
- пуск оператором привода передачи.
- остановку оператором пилы и подачи одновременно или только подачи.

Элементы схемы

Для управления электродвигателем необходимы два магнитных пускателя: K1 и K2 с блок-контактами K1.1 и K2.1.

Логическая функция имеет вид

$$y = \overline{S1} \cdot (S2 + K1.2) \cdot K1 + \overline{S3} \cdot (S4 + K2.2) \cdot K1.3 \cdot K2$$

Задача 3.

Схема управления электроприводом торцовой пилы, состоящая из электродвигателя пилы и двигателя подачи доски на исходную позицию и обеспечивающая взаимную блокировку двигателей, обеспечи-

Управление техническими системами

вайт выполнение следующих операций:

- включение пилы оператором.
- включение подачи пилы оператором и автоматическое.
- включение подачи доски автоматическое.
- остановку оператором всех электродвигателей.

Элементы схемы

Для управления электродвигателями необходимы три магнитных пускателя К1-К3. Для автоматического включения подачи пилы при наличии доски необходим конечный выключатель SQ4, для отключения подачи пилы – конечный выключатель SQ5

$$y = \overline{SB1} \cdot (SB2 + KM1.4) \cdot [KM1 + (SB3 + K2.4 \cdot SQ5 + SQ4) \cdot KM2]$$

Задача 4.

Принципиальная схема управления электроприводом (шлифовального станка и др.), обеспечивающая следующий цикл:

- пуск привода оператором вперед.
- автоматический реверс в конце хода вперед.
- автоматический реверс в конце хода назад.
- остановка оператором в любом положении назад.

Элементы схемы

Для управления реверсивным двигателем необходимы реверсивные магнитные пускатели К1 и К2. Для реверса в конце хода вперед и назад потребуются два конечных выключателя SQ3 и SQ4.

Логическая функция имеет вид

$$y = \overline{S1} \cdot [(S2 + K1.2 + SQ4) \cdot \overline{SQ3} \cdot K1 + (SQ3 + K2.2) \cdot \overline{SQ4} \cdot K2]$$

ЛЕКЦИЯ

по теме 3.6.1-2. Характеристика технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (АСМ)

ВОПРОСЫ

1. Общая характеристика технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (АСМ).
2. Основные этапы технологии АСМ.
3. Содержание и организация выполнения первого этапа постановки задачи АСМ и расчетов.
4. Содержание и организация выполнения второго этапа постановки задачи АСМ и расчетов.
5. Содержание и организация выполнения третьего этапа применения результатов АСМ и расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

Управление техническими системами

1. Автоматизированное структурно-логическое моделирование и расчет надежности и безопасности АСУ ТП и оборудования на стадии проектирования. СПб., 2003.

1. Общая характеристика технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (АСМ)

Существующие технологии моделирования и расчета надежности и безопасности структурно-сложных систем характеризуются следующими тремя основными этапами:

- постановки задачи, главное место в которой занимает разработка структурных схем надежности и/или сценариев возникновения аварийных ситуаций;
- построения расчетных математических моделей (логических, аналитических или статистических) для количественной оценки свойств надежности и безопасности систем;
- выполнения расчетов показателей надежности и безопасности систем и использование полученных результатов для выработки и обоснования исследовательских, проектных, эксплуатационных и других управленческих решений.

Постоянно возрастающие структурная сложность и размерность современных АСУТП сделали практически невозможным выполнение второго этапа средствами традиционных ("ручных") технологий построения математических моделей их надежности и безопасности. Решить данную проблему предусмотрено на основе технологий, в которых автоматизированы процессы построения сложных и высоко-размерных математических моделей надежности и безопасности АСУТП.

Существующие отечественные и зарубежные технологии и программные комплексы автоматизированного моделирования различаются способами представления исходных структурных схем, предметными областями (классами анализируемых объектов), методами и программными комплексами автоматизированного моделирования, а также составом вычисляемых показателей надежности и безопасности исследуемых систем. В настоящее время наибольшее распространение получили технологии автоматизированного моделирования, в основе которых лежат способы построения структурных схем надежности и сценариев возникновения аварий в виде деревьев отказов, деревьев событий, схем последовательно-параллельного соединения элементов, графов связности и схем функциональной целостности. Теоретической основой указанных технологий выступают различные модификации так называемых логико-вероятностных методов исследования

Управление техническими системами

надежности структурно-сложных систем. По специализации, уровню теоретической разработки, качеству программной реализации, а также составу и точности вычисления показателей, разные технологии автоматизированного моделирования могут существенно отличаться друг от друга и в различной степени удовлетворять целям, задачам и особенностям проектных расчетов надежности и безопасности АСУТП различных типов и назначения.

Рассматриваемая в настоящих Методических рекомендациях технология автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета показателей надежности и безопасности АСУТП на стадии проектирования характеризуется следующими основными положениями:

- В технологии АСМ используется универсальный графический аппарат построения структурных моделей на этапе постановки задач оценки надежности и безопасности АСУТП - схемы функциональной целостности (СФЦ). С помощью СФЦ могут представляться практически все известные структурные схемы надежности и безопасности систем, используемые в других технологиях автоматизированного моделирования (деревья отказов, деревья событий, последовательно-параллельные соединения, графы связности и др.). Вместе с тем аппарат СФЦ позволяет строить принципиально новые классы немонотонных и комбинаторно-последовательных структурных моделей надежности и безопасности современных АСУТП.
- Теоретической основой технологии АСМ является общий логико-вероятностный метод (ОЛВМ) системного анализа. В сравнении с другими структурными методами моделирования надежности и безопасности систем, ОЛВМ впервые реализует все возможности основного аппарата моделирования - алгебры логики в базисе функционально полного набора операций "И", "ИЛИ" и "НЕ". Это позволяет с помощью ОЛВМ решать задачи оценки надежности и безопасности, которые решаются методами других технологий автоматизированного моделирования, а также учитывать в формируемых моделях ряд новых системных особенностей современных АСУТП.
- В ОЛВМ полностью алгоритмизированы и реализованы в программных комплексах автоматизированного структурно-логического моделирования (ПК АСМ) наиболее сложные и громоздкие процессы построения математических моделей и выполнения расчетов показателей надежности и безопасности АСУТП. Это позволяет, во-первых, оценивать надежность и безопасность АСУТП большой размерности и высокой структурной сложности, и, во-

Управление техническими системами

вторых, осуществить практическое внедрение технологии автоматизированного структурно-логического моделирования в деятельность Предприятий.

- Универсальность и полнота разработки ОЛВМ обеспечивают возможность дальнейшего развития технологии и ПК АСМ, а также их адаптацию к особенностям задач моделирования и расчета надежности и безопасности АСУТП различных Предприятий.

2. Основные этапы технологии АСМ

На первом этапе постановки задачи осуществляется:

- составление перечней главных функций F проектируемой АСУТП и возможных аварийных ситуаций AC , вероятностных и других системных показателей надежности и безопасности, которые должны быть определены в процессе моделирования и расчетов;
- построение формализованных структурных моделей (схем, сценариев) надежности и безопасности проектируемой АСУТП и определение критериев реализации главных функций (F) и возникновения аварийных ситуаций (AC).
- определение вероятностных и других параметров надежности элементов АСУТП и событий (нежелательных, инициирующих и др.), определяющих условия возникновения аварийных ситуаций.

По составу, содержанию и форме представления исходные данные, определяемые на первом этапе, должны позволять использовать соответствующие программные комплексы на следующих этапах автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности АСУТП.

На втором этапе автоматизированного моделирования и расчетов выполняется:

- ввод исходных данных (схем функциональной целостности, критериев функционирования, параметров элементов и др.) в ПК АСМ;
- автоматическое построение математических моделей (логических, аналитических, статистических, марковских или др.) и расчеты на их основе показателей надежности и безопасности проектируемой АСУТП.

На третьем этапе применения результатов осуществляется выработка и обоснование проектных (управленческих) решений путем:

Управление техническими системами

- использования вычисленных вероятностных показателей надежности и безопасности проектируемой АСУТП;
- детерминированного анализа отказоустойчивости и безопасности АСУТП на основе логических моделей реализации функций и возникновения аварийных ситуаций;
- решения задач параметрической и структурной оптимизации проектируемых АСУТП.

Содержание и организация выполнения указанных этапов технологии автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета показателей надежности и безопасности АСУТП описаны далее.

3. Содержание и организация выполнения первого этапа постановки задачи АСМ и расчетов

Для эффективного применения технологии автоматизированного структурно-логического моделирования на Предприятиях необходимо обеспечить методическую подготовку и организацию эффективной совместной работы специалистов по проектированию АСУТП, в интересах которых производится оценка надежности и безопасности (Заказчика), и специалистов по применению технологии и программных комплексов автоматизированного структурно-логического моделирования (Исполнителя).

Начальный этап и основную, содержательную часть постановки задачи выполняет Заказчик, или привлеченная им для участия в работе специализированная организация (специалисты). На этом этапе выполняется подготовка исходных данных, перечисленных в п. 6.1.1. При этом первичное представление структурных моделей АСУТП по функциям F и заданным аварийным ситуациям АС может осуществляться в любой из следующих общепринятых форм:

- структурно-функциональных схем с дополнительными описаниями логических условий работы элементов, реализации функций и возникновения аварийных ситуаций в АСУТП;
- деревьев отказов;
- деревьев событий;
- схем последовательно-параллельного соединения элементов;
- графов связности;
- схем функциональной целостности, которые непосредственно используются в технологии и ПК АСМ.

Управление техническими системами

Значения исходных вероятностных $p_i = p_i(t)$, $q_i = 1 - p_i$ и других параметров элементов $i = 1, 2, \dots, N$ определяются в соответствии с ГОСТ 27.301-95. При этом источниками этих исходных данных могут быть:

- стандарты и технические условия на составные части и комплектующие элементы АСУТП;
- справочники и базы данных по надежности элементов и частотам нежелательных, иницирующих и др. исходных событий аварий АСУТП;
- данные о надежности объектов-аналогов элементов, входящих в состав АСУТП;
- другие источники, включая результаты обработки статистических данных эксплуатации, автономное моделирование и расчет надежности элементов и подсистем, а также экспертные оценки специалистов.

Завершающий этап постановки задачи выполняет Исполнитель. Он осуществляет формализацию исходных данных и подготовку их к вводу в ПК АСМ. В том случае, если структурные схемы АСУТП представлены Заказчиком не непосредственно в форме СФЦ, то Исполнитель преобразует их в графы $G(X, Y)$ схем функциональной целостности и согласует с Заказчиком. Для каждой выходной функции из множества F и аварийной ситуации из множества AC формулируются соответствующие логические критерии функционирования $Y_F(\{y_i\})$ и $Y_{AC}(\{y_i\})$.

Изобразительные средства и методика построения СФЦ изложены в Приложении 1 [1]. Примеры формализованной постановки задачи автоматизированного структурно-логического моделирования фрагментов АСУТП приведены в Приложении 4 [1].

Работы по первому этапу постановки задачи автоматизированного моделирования и расчетов могут выполняться Заказчиком, Исполнителем или совместно.

4. Содержание и организация выполнения второго этапа автоматизированного моделирования и расчетов

Подготовленные на первом этапе формализованные исходные данные (СФЦ, ЛКФ и параметры элементов) для каждой выходной функции F и заданной аварийной ситуации AC Исполнитель вводит в ПК АСМ. В Приложении 2 [1] описан состав модулей типового программного комплекса автоматизированного структурно-логического моделирования надежности и безопасности АСУТП.

Управление техническими системами

На основе введенного в ПК АСМ графа $G(X, Y)$ СФЦ проектируемой АСУТП для каждого заданного ЛКФ $Y_F(\{y_i\}), Y_{AC}(\{y_i\})$ осуществляется автоматическое построение логических функций работоспособности $Y_F(\{x_i\})$ и $Y_{AC}(\{x_i\})$. Автоматическое построение ФРС осуществляется в ПК АСМ универсальным программным модулем логического моделирования. Он позволяет получать все возможные виды логических ФРС, например, кратчайшие пути успешного функционирования, минимальные сечения отказов, минимальные пропускные и отсечные сочетания, а также их немонотонные комбинации.

Полученные логические ФРС $Y_F(\{x_i\})$ и $Y_{AC}(\{x_i\})$ с помощью программных комплексов аналитического моделирования автоматически преобразуются в соответствующие многочлены расчетных вероятностных функции $P_F(\{p_i, q_i, t\})$ и $P_{AC}(\{p_i, q_i, t\})$. Многочлены ВФ являются аналитическими законами распределения времени безотказной работы, которые соответствуют СФЦ и заданным логическим критериям функционирования АСУТП.

С помощью полученных логических и вероятностных математических моделей в ПК АСМ выполняются расчеты требуемых показателей надежности и безопасности проектируемых АСУТП. В Приложении 3 описаны ряд методов расчета типовых показателей надежности АСУТП, которые реализованы в базовых образцах ПК АСМ. В Приложении 4 приведены два примера расчета вероятностных показателей и детерминированного анализа надежности и безопасности фрагментов АСУТП.

Состав методов и методики расчета, вероятностных и других показателей надежности и безопасности, могут изменяться в процессе развития теории и адаптации технологии и программных комплексов автоматизированного структурно-логического моделирования АСУТП к особенностям различных Предприятий.

5. Содержание и организация выполнения третьего этапа применения результатов автоматизированного моделирования и расчетов

Для выработки и принятия проектных решений на основе результатов автоматизированного моделирования, на Предприятиях используются типовые или специально разрабатываемые методы, компьютерные программы и методики, позволяющие реализовать цели и решать задачи расчета надежности и безопасности

АСУТП. В этих методах должны учитываться особенности проектируемых на Предприятиях АСУТП и объектов управления.

Одним из типовых приемов использования результатов автоматизированного моделирования и расчетов является нормативный анализ. Он осуществляется путем сравнения показателей достигнутого уровня надежности и безопасности проектируемой АСУТП с требованиями, указанными в нормативных документах, технических заданиях или программах обеспечения надежности. По результатам нормативного анализа принимаются соответствующие проектные и другие решения.

Использование результатов автоматизированного моделирования в процессе проектирования должно осуществляться на основе объективной оценки роли (значимости, положительных и отрицательных вкладов) отдельных или групп элементов в обеспечение надежности и безопасности АСУТП в целом. На этой основе вырабатываются оптимальные, по технико-экономическим показателям, проектные решения, направленные на увеличение надежности, безопасности, эффективности и снижение риска функционирования разрабатываемых АСУТП. Пример использования результатов автоматизированного моделирования и расчетов для увеличения надежности и безопасности фрагмента АСУТП приведен в Приложении 4.

Рекомендуется планировать работы, направленные на совершенствование и адаптацию технологии и ПК АСМ к особенностям различных Предприятий, разработку методов, компьютерных программ и методик применения результатов моделирования и оценки надежности и безопасности для выработки и обоснования проектных (управленческих) решений.

ЛЕКЦИЯ

по теме 3.6.3. Анализ схем и методы расчета показателей надежности и безопасности АСУТП

ВОПРОСЫ

1. Аппарат схем функциональной целостности.
2. Состав модулей типового программного комплекса АСМ.
3. Методы расчета типовых вероятностных показателей надежности и безопасности АСУТП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированное структурно-логическое моделирование и расчет надежности и безопасности АСУ ТП и оборудования на стадии проектирования. СПб., 2003.

1. Аппарат схем функциональной целостности

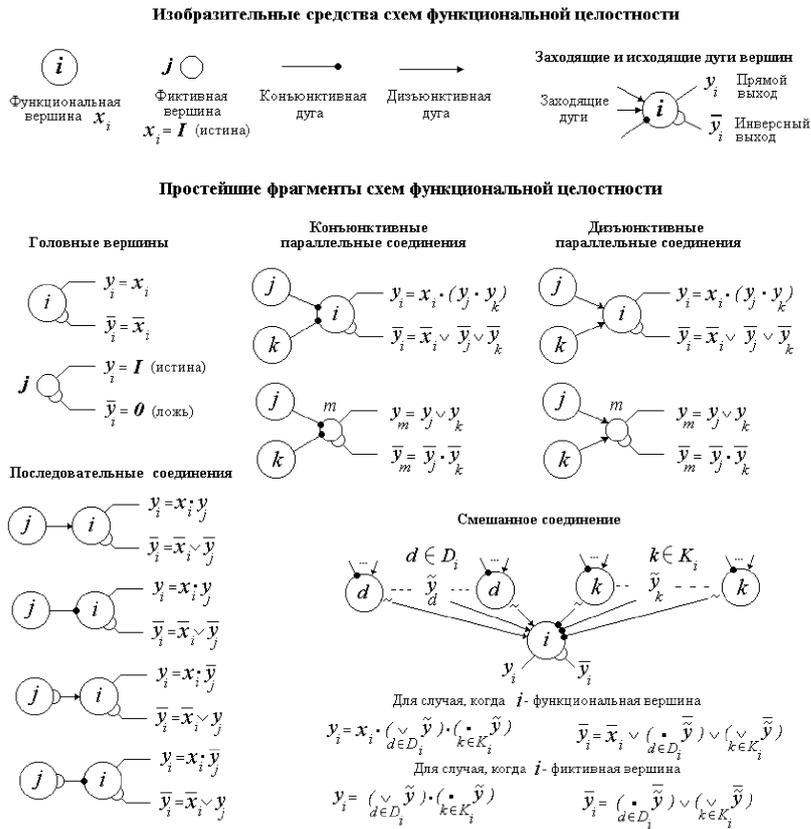


Рис.1. Изобразительные средства и типовые фрагменты СФЦ

Разработка СФЦ для автоматизированного моделирования и расчета надежности и безопасности АСУ ТП является основой формализованной постановки задач в технологии АСМ. Теоретической базой методики разработки СФЦ и задания ЛКФ выступает общий логико-вероятностный метод системного анализа. Граф схемы функциональной целостности $G(X, Y)$ представляет собой универсальное средство структурного представления состава элементов системы ($x_i \in X$) и логических условий ($y_i \in Y$) реализации ими своих функций в системе. С помощью логических критериев функционирования $Y_F(\{y_i\})$ и $Y_{AC}(\{y_i\})$ задаются условия реализации выходных функций (F) и возникновения аварийных ситуаций (AC) в проектируемой АСУ ТП.

Общая методика построения СФЦ включает в себя следующие основные этапы.

1) **Подготовительный этап:**

Управление техническими системами

На основе предоставленных Заказчиком перечня элементов, форм представления и описания структурных схем АСУТП определяется состав функциональных вершин $i=1,2,\dots, N$, которыми представляются в СФЦ элементы, входящие в структурные части (подсистемы) проектируемой АСУТП;

На основе перечней и описаний функций F и аварийных ситуаций AC проектируемой АСУТП выделяются те ее структурные части (фрагменты и подсистемы), для которых должны быть построены частные СФЦ фрагментов и подсистем проектируемой АСУТП.

2) Разработка частных СФЦ фрагментов и подсистем АСУТП:

Для каждого элемента i фрагмента или подсистемы определяются его выходная функция y_i , и логические условия ее реализации функциями y_j, y_k, \dots других элементов данной структурной части АСУТП;

Логические условия реализации выходных функций представляются графическими средствами СФЦ (см. рис.1) на входах и выходах функциональных и фиктивных вершин, входящих в состав разрабатываемых частных СФЦ фрагментов и подсистем проектируемой АСУТП.

3) Разработка общих СФЦ надежности и безопасности АСУТП и определение ЛКФ:

Сложные и высокоразмерные АСУТП могут представляться несколькими частными СФЦ надежности и безопасности отдельных и групп выходных функций F и аварийных ситуаций AC проектируемой АСУТП.

При необходимости, разработанные СФЦ структурных фрагментов могут объединяться в общие СФЦ реализации всех выходных функций F и СФЦ возникновения аварийных ситуаций AC в проектируемой АСУТП;

Для каждой функции F и аварийной ситуации AC определяются (задаются) логические критерии функционирования $Y_F(\{y_i\})$ и $Y_{AC}(\{y_i\})$. В технологии АСМ эти критерии могут определять, как условия реализации, так и условия не реализации функций F и аварийных ситуаций AC , а также любые немонотонные комбинации этих условий.

4) Анализ результатов построения СФЦ:

- в случае согласования результатов структурного моделирования Заказчиком и Исполнителем, процедура построения СФЦ завершается;

Управление техническими системами

- в противном случае выполняется итерационная корректировка предыдущих этапов до успешного построения СФЦ надежности и/или безопасности проектируемой АСУТП.

2. Состав модулей типового программного комплекса АСМ

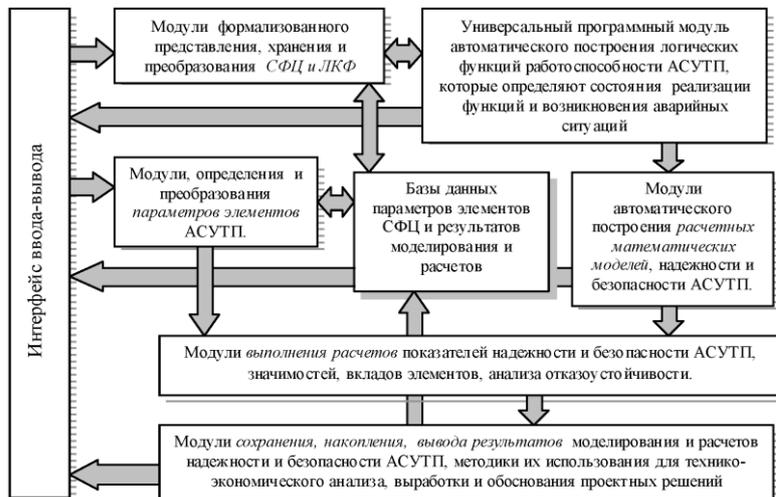


Рис.2. Структура и состав модулей типового ПК АСМ

1. Программные комплексы АСМ, используемые для моделирования и расчета надежности и безопасности АСУТП, по составу определяемых показателей и точности их вычислений должны соответствовать требованиям государственных и отраслевых нормативных и технических документов на создание АСУТП.

2. Схема, приведенная на рис.2, представляет базовый образец программного комплекса, реализующего технологию автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета показателей надежности и безопасности АСУТП на стадии проектирования, который должен обладать следующими функциональными возможностями:

- выполнять автоматизированное моделирование и расчет показателей надежности и безопасности фрагментов, подсистем и АСУТП в целом, условия реализации функций и возникновения аварийных ситуаций в которых представлены графами схем функциональной целостности и логическими критериями функционирования;
- автоматически строить логические и вероятностные модели для АСУТП большой размерности и высокой структурной сложности;
- автоматически вычислять показатели надежности и безопасности АСУТП;

Управление техническими системами

- обеспечивать возможность применения результатов моделирования и расчетов для выработки и технико-экономического обоснования проектных решений в области надежности и безопасности АСУТП на стадии проектирования.

3. Интерфейс ввода-вывода ПК АСМ должен обеспечивать удобный (как правило, графический) ввод исходных данных (СФЦ, ЛКФ, параметров элементов и режимов работы ПК АСМ) и вывод результатов моделирования и расчетов показателей надежности и безопасности АСУТП.

4. Модули формализованного представления, хранения и преобразования СФЦ и ЛКФ предназначены для обеспечения эффективной обработки в ПК АСМ структурных моделей надежности и безопасности АСУТП большой размерности и высокой структурной сложности. В частности, они должны обеспечивать реализацию процессов декомпозиции и агрегирования громоздких процедур автоматического построения логических ФРС.

5. Универсальная программа (программный модуль) построения логических функций работоспособности является центральным звеном ПК АСМ. Она должна позволять автоматически формировать различные виды логических ФРС: монотонных (в базисе операций "И", "ИЛИ") и немонотонных (в базисе операций "И", "ИЛИ", "НЕ"), КПУФ, МСО, минимальных пропускных и отсечных сочетаний, а также любые их комбинации. В логических ФРС должны учитываться особенности различных АСУТП. Например, разные начальные состояния системы, наличие группы несовместных событий, отказы по общей причине, многофункциональность элементов, наличие элементов с числом состояний больше двух, способность АСУТП функционировать в различных состояниях с разной эффективностью или различной степенью риска, и др.

6. Модули определения и преобразования параметров элементов должны осуществлять оперативную подготовку исходных данных для выполнения расчетов показателей надежности и безопасности АСУТП.

7. Базы данных, входящие в состав или связанные с ПК АСМ, должны обеспечивать выдачу, хранение и обновление параметров элементов, типовых фрагментов и ранее подготовленных СФЦ, а также результатов автоматизированного моделирования и расчетов надежности и безопасности АСУТП.

8. Программные модули автоматического построения расчетных математических моделей в зависимости от специализации ПК АСМ должны выполнять:

Управление техническими системами

- формирование аналитических моделей в виде многочленов расчетных вероятностных и других функций (реализуется в базовом образце ПК АСМ);
- формирование статистических моделей оценки показателей надежности и безопасности АСУТП;
- формирование марковских моделей для динамического анализа надежности и безопасности АСУТП;
- формирование различных сетевых моделей функционирования АСУТП, позволяющих учесть, например, последовательности отказов элементов, влияние ненадежных переключателей и процессов развития возможных аварийных ситуаций.

9. Модули выполнения расчетов предназначены для количественной оценки различных единичных и комплексных показателей надежности и безопасности АСУТП, относящихся к объектам I и II вида (по классификации ГОСТ 27.301). Одновременно с расчетом общесистемных показателей в ПК АСМ должны определяться характеристики роли отдельных элементов (значимостей и вкладов). Это обеспечит возможность дальнейшей автоматизации процессов решения специальных задач технико-экономического обоснования, оптимизации, распределения ресурсов, целевого планирования и управления разработкой АСУТП на стадии проектирования.

10. Модули сохранения, накопления и вывода результатов предназначены для обеспечения удобной и эффективной работы лиц, принимающих проектные решения, и реализации различных методик технико-экономического обоснования проектируемых АСУТП.

11. Структура и программная реализация комплексов АСМ должны обеспечивать возможность их дальнейшего совершенствования, развития и адаптацию к особенностям решения задач оценки надежности и безопасности АСУТП различных Предприятий.

Управление техническими системами

3. Методы расчета типовых вероятностных показателей надежности и без-

1. Вероятности $P_F(t)$ безотказной работы (или отказа) и $P_{AC}(t)$ возникновения (или не возникновения) аварийных ситуаций для невосстанавливаемых АСУТП рассчитываются путем подстановки в соответствующие многочлены $P_F(\{p_i, q_i, t\})$ и $P_{AC}(\{p_i, q_i, t\})$ числовых значений вероятностей безотказной работы и/или отказа элементов $p_i = p_i(t)$, $q_i = 1 - p_i$. При экспоненциальном законе распределения наработки до отказа, указанные вероятностные параметры элементов вычисляются по формулам:

$$\begin{aligned} p_i &= p_i(t) = e^{-\frac{t}{T_{oi}}}, \\ q_i &= q_i(t) = 1 - p_i(t), \end{aligned} \tag{1}$$

где i - номер элемента, T_{oi} - средняя наработка элемента до отказа, t - заданная наработка. Допускается использование других законов распределений или заданных (предварительно вычисленных) статических вероятностей p_i , $q_i = 1 - p_i$ элементарных событий моделей надежности и безопасности АСУТП.

2. Средняя наработка до отказа T_{OF} или аварии T_{OAC} невосстанавливаемой АСУТП определяются на основе следующей расчетной процедуры:

$$T_{OF/OAC} = \int_0^{\infty} P_{F/AC}(t) dt = \sum_{j=1}^M (z_{nj}) \frac{1}{\sum_{i \in K_j} \frac{1}{T_{oi}}} \tag{2}$$

где M - число одночленов в многочлене ВФ, (z_{nj}) - знак j -го одночлена ВФ, а K_j - множество номеров элементов, параметры $p_i(t)$ которых вошли в состав j -го одночлена вероятностной функции.

3. Коэффициент готовности $P_{F/AC}(t) = P_{F/AC} = K\Gamma_{F/AC}$ восстанавливаемой АСУТП рассчитывается путем подстановки в многочлены $P_F(\{p_i, q_i, t\})$ или $P_{AC}(\{p_i, q_i, t\})$ числовых значений коэффициентов готовности $K\Gamma_i$ и коэффициентов неготовности $1 - K\Gamma_i$ элементов:

$$p_i = K\Gamma_i = \frac{T_{oi}}{T_{oi} + T_{ai}}; \quad q_i = 1 - K\Gamma_i, \tag{3}$$

опасности АСУТП

Управление техническими системами

где T_{oi} - среднее время восстановления элемента.

4. В технологии АСМ предусмотрены расчеты трех видов показателей роли отдельных элементов в обеспечении надежности или безопасности АСУТП:

$$\text{Значимость элемента: } \xi_i = \left(P_{F/AC}(t) \Big|_{p_i(t)=1} \right) - \left(P_{F/AC}(t) \Big|_{p_i(t)=0} \right) \quad (4)$$

$$\text{Положительный вклад элемента: } B_i^+ = \left(P_{F/AC}(t) \Big|_{p_i(t)=1} \right) - P_{F/AC}(t) \quad (5)$$

$$\text{Отрицательный вклад элемента: } B_i^- = - \left(P_{F/AC}(t) - \left(P_{F/AC}(t) \Big|_{p_i(t)=0} \right) \right) \quad (6)$$

Здесь $P_{F/AC}(t) \Big|_{p_i(t)=1}$ - значение вероятностной характеристики надежности или безопасности АСУТП при абсолютной надежности элемента i , а $P_{F/AC}(t) \Big|_{p_i(t)=0}$ - значение той же характеристики АСУТП при достоверном отказе элемента i на рассматриваемом интервале t времени функционирования. Согласно (4) величина значимости ξ_i равна абсолютному изменению значения системной характеристики $P_{F/AC}(t)$, которое произойдет, если значение собственного параметра надежности элемента $p_i = p_i(t)$ изменить от 0 до 1 включительно (при фиксированных значениях заданных параметров всех других элементов системы). Диапазон значений значимости в общем случае составляет $[-1, 0, +1]$. При этом $\xi_i < 0$ означает, что увеличение надежности элемента уменьшает надежность всей системы (вредный, опасный элемент). Отрицательные значимости элементов характерны для немонотонных логико-вероятностных моделей АСУТП. Нулевые значимости $\xi_i = 0$ имеют элементы, которые не участвуют в реализации функции F или аварийной ситуации AC (несущественные элементы). Положительные значимости $\xi_i > 0$ определяют то максимально возможное увеличение характеристики $P_{F/AC}(t)$ АСУТП, которое она может получить, если изменить надежность $p_i = p_i(t)$ только одного элемента i от нуля до единицы включительно. Все элементы монотонных систем могут иметь только положительные или нулевые значения характеристик их значимости. Величина B_i^+ положительного вклада (5) равна абсолютному изменению надежности $P_{F/AC}(t)$ АСУТП, которое произойдет, если собственную характеристику $p_i = p_i(t)$ надежности одного элемента i увеличить от ее текущего значения $p_i = p_i(t)$ до единицы. Величина B_i^- отрицательного вклада (6) равна абсолютному изменению надежности $P_{F/AC}(t)$ АСУТП, которое произойдет, если собственную характеристику надежности одного элемента i уменьшить от ее текущего значения p_i до

Управление техническими системами

нуля. Показатели роли элементов позволяют выработать и обосновать проектные решения по обеспечению надежности и безопасности проектируемых АСУТП.

5. Для восстанавливаемых АСУТП расчет средней наработки T_{OB} на отказ или аварийную ситуацию и среднего времени восстановления T_B осуществляется на основе формул:

$$T_{OB} = K\Gamma_{F/AC} \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^H \xi_i \frac{1}{T_{oi}} K\Gamma_i} \right) \quad (7)$$

$$T_B = (1 - K\Gamma_{F/AC}) \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^H \xi_i \frac{1}{T_{oi}} K\Gamma_i} \right) \quad (8)$$

6. На основе оценок (7) и (8) определяется приближенное значение еще одной важной характеристики надежности восстанавливаемой АСУТП – вероятности $P_{BF}(t)$ ее безотказной работы в течение заданного времени t . Расчет этого показателя основывается на гипотезе о том, что распределение протяженности суммарного времени безотказной работы и последующего времени восстановления системы близко к экспоненциальному закону и может характеризоваться эквивалентной интенсивностью

$$\lambda_3 = \frac{1}{T_{OB} + T_B} \quad (9)$$

Тогда вероятности безотказной работы и отказа, в течение времени t функционирования восстанавливаемой АСУТП любой структуры, составят

$$P_{BF/BAC}(t) = e^{-\lambda_3 t} = e^{-\frac{t}{T_{OB} + T_B}}; \quad Q_{BF/BAC}(t) = 1 - P_{BF/BAC}(t). \quad (10)$$