



## **Аннотация**

Выпускная квалификационная работа называется «Автоматизированная система управления котельной».

Объем: 40 страниц, 8 рисунков, 7 таблицы, 26 источник

В работе была рассмотрена и предложена автоматизированная система управления котельной на базе систем Logamatic 4321/4322

В первой главе представлены исходные данные для разработки и состав разрабатываемой котельной

Во второй главе рассмотрены устройства и системы для автоматизации котельной

В третьей главе рассмотрена система диспетчеризации и удаленного доступа котельной

В последней главе предложена автоматическая независимая система охранно-пожарной безопасности.

## Содержание

Введение. Актуальность поставленной задачи .....	4
1 Общая часть.....	5
1.1. Исходные данные.....	5
1.2 Состав котельной.....	6
1.3 Котлоагрегат АБМК-0,5/Г.....	7
1.4 Функции системы управления котельной.....	9
2 Автоматизация технологических процессов .....	10
2.1 Шина ЕСОСАН .....	12
2.2 Стратегический модуль Buderus FM458.....	13
2.3 Описание работы стратегического модуля FM458.....	15
2.3.1 Режимы работы модуля.....	15
2.4 Пульт управления MEC2.....	17
2.5 Программное обеспечение Logamatic ECO-SOFT 4000/EMS.....	18
3. Диспетчерская связь.....	20
3.1 Описание модема.....	20
4. Системы защиты котельной .....	22
4.1 Пожарная сигнализация.....	22
4.2 Описание устройств противопожарного оборудования.....	23
4.2.1 Прибор приемно-контрольный «Яхонт-4И».....	23
4.2.2 Прибор охранно-контрольный «ЭРА4-GSM».....	25
4.2.3 Система порошкового пожаротушения «Буран-8В».....	28
4.2.4 Световой пожарный извещатель «Пульсар1-01Н».....	31
4.2.5 Дымовой пожарный извещатель ИП 212-26.....	33
Заключение.....	37
Список используемой литературы.....	38

Введение. Актуальность поставленной задачи.

Автоматизация котельной – это использование такого комплекса средств и систем, которые помогают установке и оборудованию работать без участия в процессе работы человека. Автоматизация помогает увеличить КПД котельной, улучшить качество работы, уменьшить количество работников, повышает надежность работы установки, помогает сэкономить горючие материалы.

Автоматизация избавляет человека от лишней работы по управлению. Когда установка автоматизирована, то работник производит только регулировку, наладку и наблюдает за работой систем.

Сейчас котельные – это важная составляющая нашей жизни, ведь человеку постоянно нужно тепло. Автоматизация нужна для того, чтобы повысить качество и количество сжигания топлива, снизить количество работников, Их вклад в работу и, конечно же, чтобы облегчить условия работы обслуживающего персонала.

При полной автоматизации обязательно требуется установка вычислительных машин, которые и будут управлять всеми процессами, связанными с работой установки. В данном случае работа человека заключается только в наблюдении за работой системы и ремонту неполадок.

Сейчас повсеместно вводится диспетчеризация отопительных котельных — в этой системе осуществляется общий контроль за работой котельных, при которой нет необходимости постоянного присутствие работника. Диспетчерская станция состоит из специальной аппаратуры, линий связи и средств связи с персоналом.

## 1 Общая часть

### 1.1 Исходные данные

Для расчета совокупной мощности котельной были использованы данные расхода тепла по потребителям (таблица 1).

Таблица 1 – исходные данные расхода тепла

	Наименование объекта	Расход теплоты, Гкал/ч			
		отоп	Вент	ГВС	Всего
	Существующий жилой фонд				
1	ул. Радиозаводская, 2	0,70	0	0,23	0,93
2	ул. Радиозаводская, 66	0,45	0	0,15	0,60
3	ул. Радиозаводская, 10	0,33	0	0,11	0,44
4	ул. Фадеева, 23	0,33	0	0,11	0,44
5	ул. Фадеева, 25	0,61	0	0,20	0,81
6	Молодежный проезд, 5	1,03	0	0,34	1,37
7	ЖСК-10	0,23	0	0,08	0,31
8	Уралочка	0,01	0	0,00	0,01
9	Ипотечный дом	1,26	0	0,63	1,89
10	Социальное жилье	2,01	0	1,00	3,01
11	Два пристроя дома Радиозаводская, 2	1,00	0	0,00	1,00
	Итого, Гкал/ч	7,99	0	2,86	10,83
	Итого, МВт	9,29	0	3,32	12,59

Проведя исследования по расходу тепла, нами были предложены следующие технические решения:

1) установить модульный тепловой центр установленной мощностью 15,6 МВт для перечисленных потребителей теплоты.

2) в проектируемом тепловом центре установить оборудование для обеспечения выработки тепла на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Потребная нагрузка на тепловой центр: зима - 10,83 Гкал/ч (12, 59 МВт); лето - 3,32 Гкал/ч (3,86 МВт).

## 1.2 Состав котельной:

- Два котла водогрейных Logano SK745 7300 кВт каждый производства фирмы «Будерус», Германия, и два котлоагрегата АБМК-0,5/Г суммарной мощностью 1000 кВт производства ЗАО «СТАВАН-М», Россия;
- Теплообменники;
- Электродвигатели рециркуляционных насосов котлов;
- Электродвигатели сетевых насосов контура отопления;
- Электродвигатели циркуляционных насосов контура ГВС;
- Электродвигатели повысительных насосов;
- Оборудование для учета температуры котельной
- Оборудование для подготовки воды;
- Газоанализатор CO<sub>2</sub> и метана;
- Приборы охранно-пожарной сигнализации.

Поскольку система состоит из двух котлов и котлоагрегата, то на первом котле установлена система управления Logamatic 4321 в качестве ведущей (Master) и по одной ведомой системе управления Logamatic 4322 на втором котле и котлоагрегате.

Автоматика Logamatic 4321 и Logamatic 4322 (рисунок 1) согласовывают работу котлов и котлоагрегата, управляют контуром отопления и контуром ГВС, системой подпитки контуров.



Рисунок 1 – автоматизированная система управления Logamatic 4321/4322

### 1.3 Котлоагрегат АБМК-0,5/Г

В ходе работы было принято решение установить совместно с котлами два котлоагрегата АБМК-0.5/Г. Технические данные которых представлены в таблице 2

Таблица 2 – технические данные котлоагрегата АБМК-0,5/Г

Наименование	Единицы измерения	Номинал
Топливо		-метан низкого давления -сжиженный газ
Давление	кПа	2,0÷5,0
Деплопроизводительность	кВт	500
Коэффициент полезного действия, не менее	%,	97
Давление воды в котле	МПа	0,7
Давление воды в котле при температуре 96 °С,	МПа	0,1
Температура воды на выходе	°С	96
Номинальный расход воды при $\Delta t = 25$ °С	м <sup>3</sup> /ч	35,8

Таблица 2 (продолжение)

Минимальный расход воды при $\Delta t = 35 \text{ }^\circ\text{C}$	$\text{м}^3 / \text{ч}$	18
Гидравлическое сопротивление котла, при обычном расходе воды	кПа	45
Аэродинамическое сопротивление котла	кПа	0,4
Водяная емкость котла	$\text{м}^3$	0,07
Минимальная температура выходящих газов	$^\circ\text{C}$	60
Расход природного газа,	$\text{м}^3 / \text{ч}$	100,5
Габаритные размеры,	мм	1500x750x2200
Масса агрегата в сборе	кг	530
Потребление электроэнергии,	кВт /МВт	1,3
Средний срок службы котла	лет	15
Металлоемкость,	т/МВт	0,53
Содержание оксида углерода СО в продуктах сгорания, не более	$\text{мг}/\text{м}^3$	28
Содержание $\text{NO}_2$ (в пересчёте на $\text{NO}_x$ ) в продуктах сгорания, не более	$\text{мг}/\text{м}^3$	72
Уровень звука в контрольных точках при работе котла, не более	дБ	59
Напряжение питания,	В	380/220



АБМК имеет несколько режимов работы

- Стартовый режим – Активизируется после включения питания или перезагрузки. Происходит тестирование системы: вращение трехходового клапана, включение насоса с периодичностью для устранения возникновения залипания. Каждые 12/24 часа происходит тест на проверку системы безопасности;

- Режим ожидания – трансформатор поджига выключен, клапан закрыт, насос выключен;

- Режим работы с горячим водоснабжением – когда подключен датчик/термореле ГВС;

- Защита от замерзания ГВС – специальный режим, защищающий системы ГВС от замерзания;

- Режим поддержания температуры отопления – работа котла зависит от требуемой температуры отопления (возможно погодозависимое регулирование) и потребности в нагреве ГВС;

- Режим защиты от замерзания системы отопления поддерживается температура от 6 до 15 о С;

- Режим настройки – режим настройки производительности котла;

#### 1.4 Функции системы управления котельной:

- автоматическое управление сервоприводами смесителей котловых и сетевых контуров по программе и в соответствии с сигналами, поступающими от технологических датчиков;
- автоматическое управление насосами и группами насосов;
- автоматическое согласование работы горелочных устройств;
- автоматическое согласование работы котлоагрегата АБМК;
- контроль давления теплоносителя в точках технологической схемы;
- контроль температуры в точках технологической схемы;
- контроль перепада давления на насосах и фильтрах.

## 2 Автоматизация технологических процессов.

Объем автоматизации теплового центра предусматривается в соответствии с действующими нормами и правилами СНиП Н-35-76 «Котельные установки», Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов».

Котлы работают в каскаде с последовательным подключением по мере необходимости.

Для работы отопительных котлов требуется система управления. В проекте использованы приборы системы Buderus, так как они выпускаются специально для тепловых процессов.

На всех системах автоматического управления котельными Logamatic 4000 предусмотрено место для установки дополнительных специализированных функциональных модулей, которые монтируются и используются опционально, в зависимости от требований к регулированию. Можно установить и использовать дополнительные модули для осуществления специальных регулирующих функций в зависимости от конфигурации установки и теплопотребляющих контуров. В цифровых системах управления пульт MEC2 «распознает» каждый новый модуль и показывает пользователю при программировании только возможные варианты настроек. Это упрощает монтаж и позволяет избежать ошибок. Каждый модуль дополнительно имеет ручной режим управления для включения-выключения горелки или насоса при проведении сервисных работ или в случае неисправности. При снятой крышке корпуса модули просто вставляются сверху в систему управления. Испытанная временем система быстрого монтажа фирмы Будерус также подходит для всех дополнительных модулей. Две отдельные штекерные планки для низкого напряжения (для температурных датчиков, дистанционного обслуживания и внешних контактов) и для управляющего напряжения 230 В (например, для подключения к сети, для исполнительных органов и циркуляционных насосов) имеют соединительные штекеры с цветовой маркировкой. Благодаря этому практически исключаются ошибки, и гарантируется быстрый монтаж.

Logamatic 4321 предназначен для управления напольными котлами Buderus, работающим на дизельном или газовом топливе, с различными типами ступенчатости горелок или же с горелкой модульного типа. В базовую комплектацию уже входят функции подготовки горячей воды (емкостной водонагреватель) и регулирование контура отопления (один отопительный контур без исполнительного органа). Для адаптации системы к каскадной работе котлов комплектацию нужно расширить, добавив в нее дополнительную систему управления Logamatic 4322 и стратегический модуль Buderus FM458.

Технические характеристики автоматизированной системы управления Logamatic 4321/4322 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – технические характеристики системы управления

Система управления	Logamatic 4321/4322
Рабочее напряжение	230 В ~ ± 10 %
Частота	50 Гц ± 4 %
Потребляемая мощность	5 Вт
Исполнительный орган котлового контура SR	Максимальный ток включения 5 А
Управление	230 В; 3-позиционный регулятор (характеристика ПИ)
Рекомендуемое время выбега серводвигателя	120 с (диапазон настройки 6–600 с)
Насос котлового контура РК	Максимальный ток включения 5 А
Датчик температуры котловой воды FK	Датчик NTC, Ø 9 мм
Дополнительный датчик температуры подающей линии FV/FZ <sup>1)</sup>	Датчик NTC, Ø 9 мм
Датчик наружной температуры FA <sup>1)</sup>	Датчик NTC
Предохранительный ограничитель температуры STB	Диапазон настройки 100–120 °С Капиллярный датчик
Регулятор температуры котловой воды TR	Диапазон настройки 50–105 °С Капиллярный датчик
Управление 1- и 2-ступенчатой горелкой	230 В; 8 А; 2-позиц.

Таблица 3 (продолжение)

Модулированное управление горелкой	230 В; 8 А; 3-позиц.
Вход внешнего сообщения о неисправности <sup>1)</sup> ES или переключение при использовании двухтопливных горелок	Беспотенциальный вход
Дистанционное управление MEC2 или VFU/F <sup>1)</sup>	Связь через шину
Запрос мощности насоса (UPU)	Выход 0-10 В
Запрос мощности горелки (UBR)	Выход 0-10 В

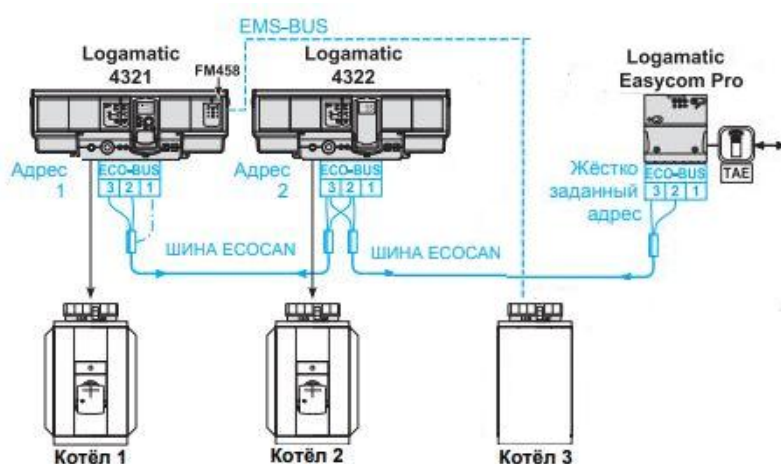


Рисунок 2 – схема управления котельной

#### а. Шина ECOCAN

Для обмена данными все цифровые системы управления Logamatic 4000 серийно оснащены разъёмом для шины ECOCAN. На одну шину ECOCAN можно подключить до 15 систем управления, поэтому количество возможных регулирующих функций и соответствующих им контуров потребителей значительно увеличивается.

Протокол CAN (Controller Area Network) первоначально разрабатывался для применения на грузовых автомобилях. На базе этого надежного стандарта шины CAN для фирмы Будерус была создана система ECOCAN с собственным шинным протоколом, учитывающим специфику применения.

Каждая система управления является участником шины ECOCAN. Logamatic Service Key (для непосредственного подключения компьютера), интерфейсный преобразователь Logamatic Gateway LON или Logamatic Gateway RS232 и модем дистанционной связи Logamatic Easycom точно также являются участниками шины. Эти устройства имеют четкие предустановленные аппаратные адреса на шине ECOCAN, которые не влияют на количество свободных адресов

При прокладке провода шины ECOCAN должны быть выполнены основные требования:

- Расположение систем управления (участников шины) должно быть последовательным. Расположение по звезде или по кругу не допускается
- Расстояние до самого удалённого участника шины должно быть не более 1000м.
- Требуемое сечение жилы провода от 0,4 до 0,75 мм<sup>2</sup>. Необходим экранированный кабель при длине шины более 50 м или если он прокладывается в одном кабельном канале вместе с силовым кабелем (например, 230 В ~).

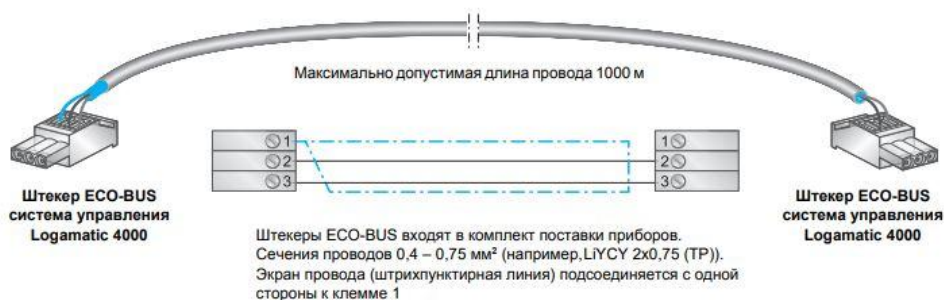


Рисунок 3 – разводка контактов шины ECOCAN

## 2.2 Стратегический модуль Buderus FM458

Функциональный модуль FM458 является стратегическим модулем для котлов средней и большой мощности. Он применяется в цифровых системах управления Logamatic 4321 и Logamatic 4323. Модуль FM458 подходит также для регулирования до четырёх отопительных котлов с Logamatic 4000. Его нужно устанавливать в главную систему управления Logamatic 4321 с адресом 0 или 1 на шине ECOCAN. Возможна установка одного или двух модулей FM458, что позволяет управлять максимум восемью котлами Бuderус.

Стратегический модуль подключает отдельные мощностные ступени отопительных котлов в зависимости от накопленного отклонения регулируемого параметра и от времени (интегральный метод). Он регистрирует для этого температуру общей подающей линии установки (стратегический датчик подающей линии FVS), а также запросы от всех потребителей отопительной системы. Стратегический модуль FM458 позволяет комбинировать котлы с Logamatic 4000. Котлы с модулированными и ступенчатыми горелками могут комбинироваться между собой, независимо от того, какой котёл с Logamatic EMS установлен: напольный или настенный. Система управления автоматически распознаёт функциональный модуль и показывает все возможные для регулирования параметры на сервисном уровне пульта управления MEC2.

После установки функционального модуля FM458 можно использовать следующие стратегические функции модуля:

- Любые сочетания до 4 котлов с установленной на них системой управления Logamatic 4321/4322 Максимум восемь котлов при установке двух функциональных модулей FM458
- Сочетание котлов с одноступенчатыми, двухступенчатыми и модулированными горелками
- Параллельный или последовательный режим работы для учёта специфических особенностей использования установки
- Автоматическое ограничение нагрузки: по наружной температуре или от внешнего контакта
- Автоматическая смена последовательности включения котлов: ежедневно, по наружной температуре, по отработанным часам или от внешнего контакта.
- Автоматическое переключение порядка включения котлов или по заданию потребителя
- Гидравлическая блокировка ведомого котла с учётом ограничения мощности и автоматического переключения последовательности включения котлов
- Параметрируемый вход 0-10 В для приёма заданной температуры или мощности

- Параметрируемый выход 0-10 В для внешнего запроса заданной температуры
- Индикация состояния отдельных мощностных ступеней
- Беспотенциальный вход для подключения внешнего теплового счётчика

### 2.3 Описание работы стратегического модуля FM458

Функциональный модуль FM458 может управлять установкой из нескольких котлов как в последовательном, так и параллельном режиме. Последовательный режим работы означает, что сначала включается ведущий котёл. Если мощности не хватает, то функциональный модуль FM458 разблокирует ведомые котлы). В отличие от последовательного при параллельном режиме все котлы работают с частичной нагрузкой, прежде чем все параллельно включатся на полную мощность. Регулируемой величиной является фактическая температура общей подающей линии, измеряемая датчиком FVS. Заданная температура получается из запрашиваемых температур от всех потребителей в системе или при использовании регулирования другого производителя от внешнего датчика, например, через вход с напряжением  $U$  в форме сигнала 0-10 В. Самая высокая температура среди всех потребителей является заданным значением, по которому работает стратегическая функция. Отклонения между заданным и фактическим значением температуры установки интегрируются в течение определённого времени. Когда интеграл превышает заданную границу, то включается основная нагрузка ведущего котла.

Стратегическая функция модуля FM458 через интегралы разблокирует все горелки. В котлах с модулированной горелкой стратегическая функция вычисляет мощность и запускает модуляцию с этим рассчитанным значением. В котлах со ступенчатыми горелками, в отличие от модулированных, по интегралам запускаются вторые ступени.

#### 2.3.1 Режимы работы модуля

- Последовательный режим работы: Сначала стратегическая функция включает основную нагрузку отопительного котла 1. Затем она вычисляет степень модуляции для горелки котла 1 и постоянно приравнивает её к запросу отопительной

системы. Когда модуляция котла 1 достигает 100 %, стратегическая функция запускает интеграл для подключения котла 2. Если интеграл превышает граничное значение, то включается основная нагрузка котла 2. Если после этого измеренная фактическая температура системы из-за дополнительной мощности котла 2 превышает заданное значение температуры, то стратегическая функция снижает степень модуляции котла 1. Котёл 2 остаётся включенным до тех пор, когда котёл 1 сможет перенять основную нагрузку котла 2. Затем котёл 2 снова выключается. Таким образом удаётся избежать слишком длительную параллельную работу обоих котлов. Если же фактическая температура системы несмотря на дополнительную мощность от котла 2 остаётся ниже заданного значения, то запрашивается 100 % мощность котла 1, стратегическая функция рассчитывает степень модуляции котла 2 и обеспечивает необходимую мощность через мощность котла 2. В котлах со ступенчатыми горелками, в отличие от модулированных, по интегралам запускаются вторые ступени.

- Параллельный режим работы схож с описанием последовательной работы. Здесь только по-другому регулируется порядок включения ступеней мощности. В параллельном режиме стратегическая функция запускает сначала основную нагрузку котла 1, затем основную нагрузку котла 2. Модуляция всех котлов регулируется параллельно. Если комбинируются котлы со ступенчатыми и модулированными горелками, и все котлы работают с основной нагрузкой, то сначала параллельно регулируются модулированные горелки. Если запрашиваются котлы со 100 % мощностью, и всё ещё имеется отклонение регулируемого параметра, то одна за другой подключаются вторые ступени ступенчатых горелок. Параллельный режим работы подходит, прежде всего, для конденсационных котлов. Коэффициент полезного действия в таких установках тем выше, чем больше теплота конденсации дымовых газов. Необходимые для этого пониженные температуры дымовых газов (до 30 °С) достигаются в режиме с частичной нагрузкой. Недостатком параллельного режима являются высокие потери с лучистым теплом и удвоенное потребление электроэнергии. Мощные вентиляторы, насосы или сервоприводы могут способствовать тому, что упомянутое повышение



коэффициента полезного действия котла будет снижено перерасходом электроэнергии. По сравнению с параллельным режимом в последовательном режиме электрический энергобаланс лучше.

## 2.4 Пульт управления системой MEC2

Для удобного управления автоматизированной системой Logamatic 4321 в комплекте присутствует пульт управления MEC2 (рисунок 4).

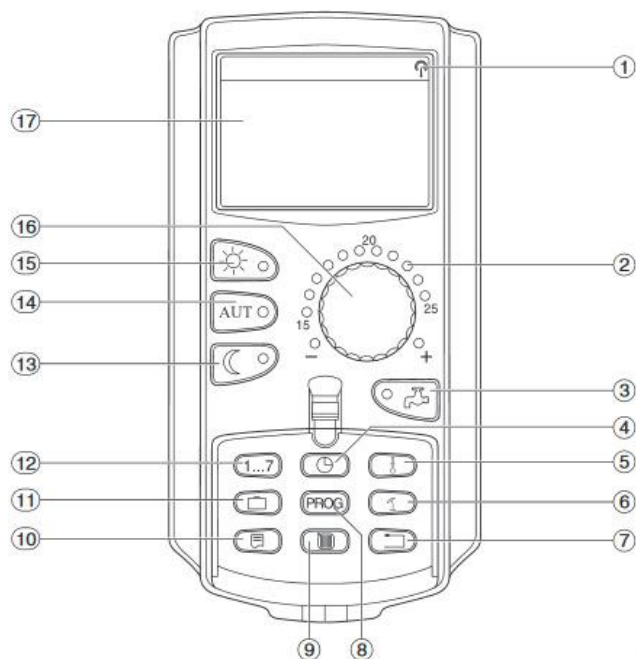


Рисунок 4 – пульт управления MEC2

1 – индикатор радиосигнала; 2 – индикация заданной температуры; 3 – указание температуры горячей воды / дозагрузка; 4 – настройка времени; 5 – изменение значения температуры; 6 – переключение между летним / зимним режимами; 7 – назад к стандартным показателям; 8 – выбор программы; 9 – выбор системы отопления / контура ГВС; 10 – выбор стандартных показателей; 11 – указание дней отпуска; 12 – введение дня недели; 13 – режим постоянного отопления с пониженной температурой; 14 – автоматический режим отопления в соответствии с таймером; 15 – постоянный режим отопления; 16 – ручка управления; 17 – дисплей

На пульте MEC2 настраиваются все параметры системы управления. Настройка осуществляется по простому и проверенному принципу "Нажми и поверни". Цифровая индикация запрограммирована так, что на экран выводятся

только те параметры, которыми можно оперировать при существующей комплектации функциональными и дополнительными модулями. Такое исполнение пульта управления MEC2 с текстовыми подсказками для пользователя исключает противоречивые настройки параметров и ошибки при пуске в эксплуатацию. С помощью MEC2 можно вызвать из системы управления и показать на экране в виде текста всю доступную информацию, например, значения измеренной температуры, заданные параметры, сообщения о неисправностях и т.д. При использовании нескольких систем управления можно снимать MEC2 с одной системы и вставлять в другую. Используя функцию "Данные получить/переслать", можно считывать параметры какой-либо системы управления, отправлять их на пульт MEC2 и, выполнив изменения, пересылать назад в систему управления.

Существует несколько возможностей подключения пульта MEC2 к цифровым системам управления Logamatic 4000

- разъём на модуле-контроллере CM431
- клеммы на штекере BF центрального модуля, например, для подключения настенного кронштейна крепления MEC2 в качестве пульта дистанционного управления
- 15-контактное гнездо SUB-D на фронтальной стороне системы управления для подключения MEC2 с Online-кабелем для сервисных работ.

## 2.5 Программное обеспечение Logamatic ECO-SOFT 4000/EMS

Logamatic ECO-SOFT 4000/EMS является сервисной программой для отопительных установок с системами управления Logamatic 4000 или EMS. Она предназначена операторам для простого управления отопительной установкой, а также специалистам по отоплению для проведения диагностики, сервисных работ и пуска в эксплуатацию котлов Будерус через компьютер или ноутбук.

ПО Logamatic ECO-SOFT 4000/EMS разработана для применения в операционной системе Windows и позволяет управлять отопительной установкой во время её эксплуатации, а также проводить диагностику, сервис, техническое обслуживание и пуск в эксплуатацию отопительной установки, оснащённой

системами управления Logamatic 4000 или Logamatic EMS, а также настенных котлов с UBA1.x. Изменение параметров отопительной установки, а также ввод заданных значений можно предпринимать, используя это сервисное программное обеспечение, на месте эксплуатации оборудования (через Logamatic Service Key или через модем дистанционной связи Logamatic Easyscom) или на рабочем месте оператора (через модем дистанционной связи Logamatic Easyscom). Отдельные уровни подключенных систем управления имеют наглядное графическое изображение и управление через меню. Существует возможность выбора и блокировки различных частей программы. В качестве инструмента для поиска ошибок и диагностики, в сервисной программе Logamatic ECO-SOFT4000/EMS имеется возможность запросить как все текущие рабочие параметры и фактические состояния отопительной установки, так и неисправности, сохранённые в буфере памяти модема дистанционной связи Logamatic Easyscom. Длительная регистрация этих данных (Datenlogger) возможна в компьютере или в ноутбуке на месте эксплуатации оборудования через Logamatic Service Key. Эти данные могут отображаться графически на экране компьютера или в виде таблицы (например, Microsoft Excel). Параметры каждой установки можно экспортировать или распечатывать в виде протокола пуска в эксплуатацию.

### 3. Диспетчерская связь

Диспетчерская связь котельной построена на основе модема дистанционной связи Logamatic Easycor PRO GSM. Нами был выбран этот модем, поскольку он совместим со всеми системами управления, установленными в котельной и имеет множество функций для управления и обслуживания системы управления как на самой котельной, так и удаленно.

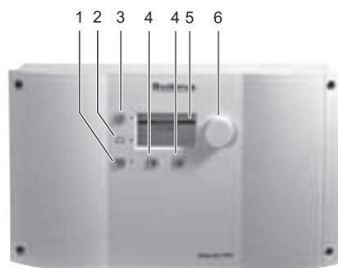
#### 3.1 Описание модема.

Модем дистанционной связи Logamatic Easycor PRO GSM представляет собой устройство для профессионального применения с расширенным объёмом функций для управления, диагностики (при проведении сервисного обслуживания), дистанционного контроля и изменения параметров отопительных установок с цифровыми системами управления серии Logamatic. Модем дистанционной связи предназначен для дистанционного контроля с автоматической передачей сообщений на различные коммуникационные устройства. В нем имеется возможность модульного дополнения/расширения для подключения различных устройств (сигнальных устройств, счётчиков, аналоговых сигналов 0-10В, датчиков, коммутирующих устройств), текстовый экран для индикации текущего состояния, встроенная буферная память для долговременной записи данных и др. Разнообразные возможности подключения устройств позволяют применение также приложений для DDC/GLT и шкафа управления.

Связь между модемом дистанционной связи Logamatic Easycor и системой управления происходит через цифровой интерфейс. Для Logamatic 4000 можно подключить до 15 различных систем управления на одной установке. Связь осуществляется через двужильный провод шины ECOCAN.

На одну линию передачи данных может приходиться максимум три различных абонента в любой комбинации, настройка и параметризация которых возможны через поставляемое программное обеспечение. Автоматическое получение сообщений о неисправностях и ошибках возможно на следующих устройствах абонента:

- телефакс
- SMS через мобильный телефон
- пейджер (цифровой или буквенно-цифровой)
- центральный компьютер (ECO-MASTERSOFT)
- E-Mail



..

Рисунок 5 – Logamatic Easysom PRO GSM

1 – пусковой выключатель; 2 – Светодиод индикации работы в аварийном режиме (от аккумуляторной батареи); 3 – Кнопка технического обслуживания или перезапуска; 4 – Кнопки управления; 5 – Жидкокристаллический экран; 6 – Ручка переключателя, управление по принципу «Push&Rotate»

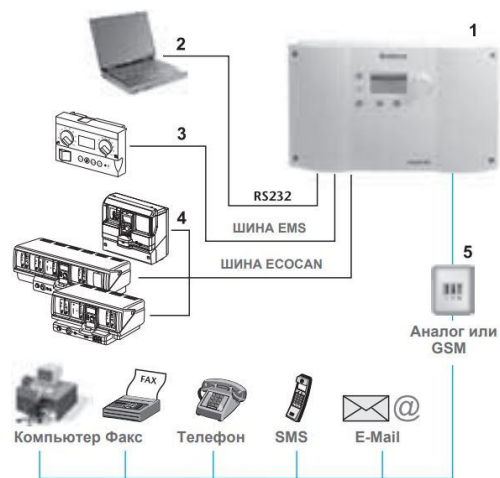


Рисунок 6 – Варианты подключения к модему

1 – Модем дистанционной связи Logamatic Easysom PRO (стационарная сеть/GSM); 2 – Связь с компьютером через порт RS232; 3 – Связь через шину с системами управления серии Logamatic EMS; 4 – Связь через шину ECOCAN с цифровыми системами управления Logamatic 4321; 5 – Дистанционная связь через телефонную линию или беспроводное GSM-соединение с устройствами абонента: компьютер, факс, телефон, SMS и E-Mail.

#### 4 Системы защиты котельной

Аварийные ситуации, в которых срабатывает система защиты, установленная в котельной:

- неисправности горелки;
- критичное изменение давления воды в контурах котлов;
- критическое повышение температуры на выходе котла (более +100°C);
- при внезапном отключении питания автоматики;
- срабатывании пожарной сигнализации в котельной;
- срабатывание датчиков на превышение 2 уровня загазованности по CO<sub>2</sub> и/или CH<sub>4</sub> в котельной;

В этих случаях защита задействует следующие средства:

- поставляемой с горелкой автоматикой;
- принудительным отключением горелок котла;
- устройствами безопасности котлов ;
- перекрытием подачи топлива путем отключения электромагнитного отсечного клапана на вводе газа в котельную;
- отключение котельной от электросети, кроме неотключаемого, подачей тока на независимые переключатели.

##### 4.1 Пожарная сигнализация

Мы приняли решение установить пожарную сигнализацию, не зависимую от основной системы управления.

Пожарная сигнализация выполнена в соответствии с ППБ 01-93 и согласно СНиП и НПБ двумя шлейфами. В первый шлейф включены световые пожарные извещатели «Пульсар1-01Н», во второй дымовые пожарные извещатели ИП212-26. Дымовые извещатели работают в круглосуточном режиме без права отключения. Извещатели устанавливаются: «Пульсар1-01Н» на кронштейнах, поставляемых комплектно, ИП212-26 монтируются на потолке на расстоянии не менее 0,5м от светильников.

В качестве приемной пожарной станции принят двухканальный прибор ППК «Яхонт-4И» с гальванически разделенными выходами АСПТ.

Сигналы от пожарных извещателей подаются на ППК «Яхонт-4И», прибор устанавливается на стене.

По сигналу о пожаре ППК «Яхонт-4И» по первому шлейфу:

- Запускает систему порошкового пожаротушения, выполненного на блоках порошкового огнетушителя «Буран-8В»;
- Дает сигнал на закрытие отсекавателя на входной газовой трубе;

По любому шлейфу:

- Передает сигнал о пожаре на охранный контроллер «ЭРА4-GSM»

Охранная сигнализация выполнена извещателем магнитоконтактным для металлических дверей на открывание дверей.

Сигнал от охранного извещателя, обобщенный сигнал аварии из схемы сигнализации теплового центра и сигнал о пожаре от ППК «Яхонт-4И» передаются на прибор охранно-контрольный «ЭРА4-GSM», установленный на стене теплового центра.

Прибором «ЭРА4-GSM» эти сигналы по сотовой связи так же передаются в диспетчерскую.

## 4.2 Описание устройств противопожарного оборудования.

### 4.2.1 Прибор приемно-контрольный «Яхонт-4И»

Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «Яхонт-4И»

Используется в системах пожарно-охранной сигнализации и системах автоматического пожаротушения котельной.

Прибор постоянно контролирует и мониторит состояния четырех искробезопасных шлейфов сигнализации, принимает сигналы от свето- и дымоуловителей и осуществляет их электропитание, выдает сигналы адресного запуска автоматических средств пожаротушения (АСПТ), а также сигналы на пульт в диспетчерской и на внешние исполнительные устройства (ВИУ) (в частности - устройства оповещения (УО)).

Шлейфы сигнализации имеют возможность конфигурирования для работы, как в пожарном, так и в охранно-пожарном режиме с возможностью ручной постановки и снятия с сигнализации.

Прибор «Яхонт-4И» относится к связанному электрооборудованию (по ГОСТ 30852.10), имеет входные искробезопасные электрические цепи, имеет маркировку взрывозащиты «[Exia]IIB», соответствует требованиям ГОСТ 30852.0, ГОСТ 30852.10 и предназначен для установки вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

В приборе используется интерфейс RS485 для связи с автоматикой системами управления котельной. Обмен информацией осуществляется по протоколу MODBUS.

Степень защищенности оболочки прибора IP20.

«Яхонт-4И» предназначен для работы при температуре  $-15^{\circ}\text{C}$   $+55^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха до 95% при температуре  $+45^{\circ}\text{C}$ .

Прибор не выдает ложных извещений при воздействии электромагнитных помех и наводок II степени жесткости.

Средняя наработка на отказ прибора – не менее 50000 ч.

Срок службы прибора – не менее 15 лет.

К особенностям данного прибора можно отнести

- 2 искробезопасных шлейфа уровня искрозащиты «IA»;
- Встроенный резервный источник питания с напряжением 12В и мощностью 4А/ч;
- Гальванически разделенные выходы адресного управления;
- Тактика с «Вниманием»;
- Переключение шины сигнализации №1 на охранную тактику с возможностью ручной постановки или снятия;
- Управление оповещателями;
- Защита от несанкционированного доступа к рабочим узлам прибора

Технические характеристики прибора приемно-контрольного «Яхонт-4И» представлены в таблице 4



Таблица 4 – технические характеристики ППК «Яхонт-4И»

Маркировка взрывозащиты	[Exia]IB
Количество шин связи)	2
Количество принимаемых видов извещений	6
Основное питание – сеть переменного тока, напряжением, В	220
Потребляемая мощность от сети, Вт	10
Емкость резервного питания	12В, 2.3 А/ч (4А/ч)
Максимальное рабочее напряжение/ток, коммутируемое выходными контактами, В:	
АСПТ	50
ПЦН	50
УО	250
Максимальный рабочий ток, коммутируемый выходными контактами, А:	
АСПТ	0,5 или 3
ПЦН	0,2
УО	0,5
Размеры прибора, мм	250x150x55
Масса прибора, кг	2,5

#### 4.2.2 Прибор охранно-контрольный «ЭРА4-GSM»

ЭРА4-GSM позволяет организовать охрану объектов везде, где невозможно или неэффективно пользоваться проводной связью от объектов до диспетчера. Прибор использует сотовую GSM-связь. В этом случае пользователь контролирует объекты с мобильного телефона или компьютера, к которому подключен сотовый телефон. Для управления устройством, на его номер отправляются SMS с заранее прописанными командами. Устройство читает сообщение и выполняет указанные в команде действия. При возникновении чрезвычайных ситуаций на котельной, прибор отправляет пользователю заранее

введённые SMS-сообщения. Сообщения могут одновременно рассылаться на 10 разных номеров сотовых телефонов.

К контроллеру можно подключить:

- Кнопка включения/отключения охранной сигнализации
- Считыватель ключей и считыватель с интерфейсом подключения
- Модуль для постановки-снятия с охраны
- Три различных исполнительных устройства.
- Антенна связи.

Есть вход контроля пропадания-восстановления сетевого напряжения питания. Ресурсы контроллера можно распределить между 10 группами пользователей и обеспечить контроль сразу нескольких независимых объектов. При этом контроллер может хранить до 250 ключей пользователей с отдельными правами для каждого ключа. В модем контроллера необходимо установить SIM-карту. SIM-карта – это микромодуль, хранящий всю необходимую информацию (абонентский номер, информацию о подключении и т.д.) и выдается оператором сотовой связи. Подключиться к сотовой сети без карты невозможно, поэтому, сначала необходимо подготовить SIM-карту в любом сотовом телефоне, а далее установить в модем.

Функциональные возможности охранно-пожарной сигнализации «ЭРА4-GSM» в режиме работы "пользователь - устройство":

Устройство позволяет передавать тревожные или информационные SMS сообщения 10-ти пользователям, авторизованным в системе.

При программировании, прибор может разделять права пользователей таким образом, что систему можно применять для охраны, контроля и мониторинга до 8 различных объектов с раздельным оповещением и постановкой - снятия с охраны.

Программирование устройства осуществляется простым подключением контроллера к персональному компьютеру при помощи стандартного USB кабеля.

Доступность подключения компьютера с USB-программатором, способного менять настройки, версию прошивки программы, а также отслеживать устройство в режиме реального времени.

Сигнализация способна работать с пожарными извещателями

Пользователь может запрограммировать работу пяти устройств в алгоритме охраны или же управлять с мобильного телефона.

С помощью этого устройства можно контролировать доступ на котельную по программируемым ключам.

Есть возможность применения считывателей для постановки и снятия с охраны, а также кнопки SMS-команды с авторизованного телефона или с диспетчерского компьютера.

Питание осуществляется от 220В городской сети. В прибор уже встроен блок питания на 2А, поэтому, в случае отключения электроэнергии, устройство автоматически переключится на резервный источник питания от встроенной аккумуляторной батареей и сообщит на пульт диспетчера о нехватке электричества. В случае восстановления подачи электроэнергии диспетчер также получит оповещение по SMS. Батарея, тем временем, самостоятельно начнет заряжаться. Помимо этого, имеется возможность запитки внешних устройства (извещателей, считывателей, сирен) от блока питания, и они также перейдут на резервное питание в случае отключения электроэнергии.

Корпус блока питания оборудован запирающимся замком.

Технические характеристики прибора охранно-контрольного «ЭРА4-GSM» представлены в таблице 5

Таблица 5 – технические характеристики прибора «ЭРА4-GSM»

Напряжение питания устройства	8...14В.
Потребляемый ток при напряжении питания 12 В.	Средний 55 мА, максимальный 150 мА.
Исполнительные устройства: Реле	ток до 1А/24В
Выход «открытый коллектор»	ток до 0,2А (активная нагрузка)
Длина линия связи RS-485	до 1200м
Габаритные размеры (мм):	
Базовый корпус	135x120x30
Корпус DIN	106x87x58
Исполнение Мини-бокс	230x195x50
Исполнение Бокс	300x250x90
Климатические условия:	температура -20...+55С°, влажность 0...95% (без конденсата).

#### 4.2.3 Система порошкового пожаротушения «Буран-8В»

Модуль порошкового пожаротушения «Буран-8В» представлен на рисунке 7 и предназначен для локализации и тушения пожаров класса А, В, С, а также пожаров, возникающих в электрооборудовании, находящемся в работе под напряжением:

– для импульсных модулей (И) – без ограничения величины напряжения, согласно требованиям п.9.1.6 СП 5.13130.2009;

– для модулей кратковременного действия (КД-1) – до 1000В.

Модуль используется в качестве исполнительного устройства в автоматических установках пожаротушения и относится к классу стационарных средств локализации и тушения пожаров, не содержит озоноразрушающих веществ.

Климатическое исполнение модуля УХЛ2,5 по ГОСТ 15150-69 для температуры окружающей среды от минус 50°С до плюс 50°С при относительной влажности до (98±2)%.

Маркировка взрывозащиты 1ExdII BT4 X в соответствии с ГОСТ 30852.0-2002.

Модули могут применяться в помещениях и наружных установках во взрыво- и пожароопасных зонах классов 2 по ГОСТ 30852.9-2002, в которых возможно образование взрывоопасных смесей категорий IIА и IIВ по ГОСТ 30852.11-2002 с температурой самовоспламенения более 135°С

(группы взрывоопасных смесей Т1, Т2, Т3, Т4 по ГОСТ 30852.5-2002).

Технические характеристики модуля и их значения приведены в табл. 6

Таблица 6 – технические характеристики системы пожаротушения «Буран-8В»

Наименование, единицы измерения	Значение
Маркировка взрывозащиты	1ExiallBT4 X
Степень защиты от внешних воздействий по ГОСТ 14254-96:	IP54
Класс электротехнического изделия по способу защиты человека от поражения электрическим током в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75	III
Масса модуля, кг	12,8±1,0
Габаритные размеры модуля, мм	Ø250 x 350
Продолжительность подачи огнетушащего порошка:	

Таблица 6 (продолжение)

МПП импульсный (И), с	не более 1,0
МПП кратковременного действия (КД-1), с	не более 15
Быстродействие, с	не более 10
Масса огнетушащего порошка Вексон-АВС 70 ТУ 2149-238-10968286-2011, кг	7,0±0,5
Вместимость корпуса, л	8,0±0,2
Масса остатка огнетушащего порошка после срабатывания, %	не более 10
Характеристики срабатывания пускового устройства:	
пусковой ток, А	не менее 0,1
сопротивление цепи, Ом	от 10,0 до 20,0
время действия электрического тока, с	не менее 0,1
безопасный ток проверки цепи пуска, А	не более 0,03
• входные параметры искробезопасной электрической цепи пускового устройства	$U_i$ – от 2,0В до 13,5В; $I_i$ – от 0,1А до 1,4А; $C_i$ : 0; $L_i$ : 0
Температурные условия эксплуатации, °С	от – 50 °С до + 50 °С
Срок службы, лет	10
Вероятность безотказного срабатывания	не менее 0,95
Степень механической прочности по ГОСТ 30852.0-2002	высокая
Группа механического исполнения модулей по ГОСТ 30631-99	М2
Коэффициент неравномерности распыления порошка, К1 (СП 5.13130.2009)	1,0

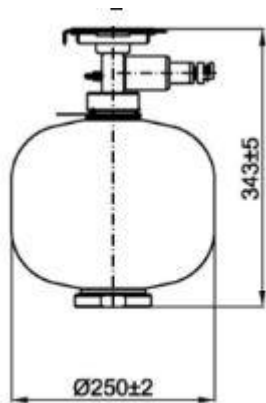


Рисунок 7 – модуль порошкового пожаротушения «Буран-8В»

#### 4.2.4 Световой пожарный извещатель «Пульсар1-01Н».

Извещатель пожарный «Пульсар1-01Н» (рисунок 8) используется для обнаружения ИК следа возгораний, сопровождающихся появлением открытого пламени.

Работает на двухшинной линии совместно с контрольным прибором «Яхонт-4И». Прибор является восстанавливаемым обслуживаемым устройством. При обнаружении возгорания отправляет сигнал тревоги по главному шлейфу в систему пожарной сигнализации и на световой индикатор в корпусе этого устройства.

Принцип действия датчика «Пульсар 1» основан на преобразовании инфракрасного (ИК) излучения, находящегося в зоне обнаружения чувствительного элемента, в электрический сигнал.

Корпус «Пульсара» выполнен из стали толщиной 1 мм. Плата, находящаяся в его корпусе закрыта экраном. Для индикации пожарного режима на лицевую поверхность корпуса вынесен светодиод красного цвета. Корпус устройства опломбирован предприятием-изготовителем.

Для крепления розетки, имеется 2 отверстия, диаметром 5мм, расстояние между которыми 70 мм. Разъем для подключения шлейфа находится снизу розетки. На разъеме расположены три электрода, на каждом из которых находятся винты для подключения шлейфа.

Повесив корпус на розетку, его необходимо закрепить винтами через три отверстия на лицевой части корпуса. Все отверстия закрываются задвижкой для обеспечения необходимой степени защиты корпуса. Одновременно с механическим креплением происходит подключение извещателя к шлейфу.

Зону работы чувствительного элемента необходимо направить так, чтобы в него не попадали никакие элементы, которые могут вращаться или колебаться, при этом имитируя солнечное или искусственное освещение. Важно устанавливать фотоэлемент так, чтобы ось видимости была направлена противоположно оконным проемам. Запрещено допускать прямое попадание солнечного света в поле обнаружения датчика. При наружной установке устройства, необходимо, по возможности, направить рабочую ось фотоэлемента на север. Очень большие объекты, перекрывающие поле обнаружения прибора, будут затруднять корректную работу прибора и усложнять регистрирование очагов, возникающих за этими объектами, что было учтено при разработке системы пожарной безопасности.

При наличии стен, стеллажей, объемного оборудования, необходимо устанавливать дополнительные устройства для контроля за «теневыми» зонами

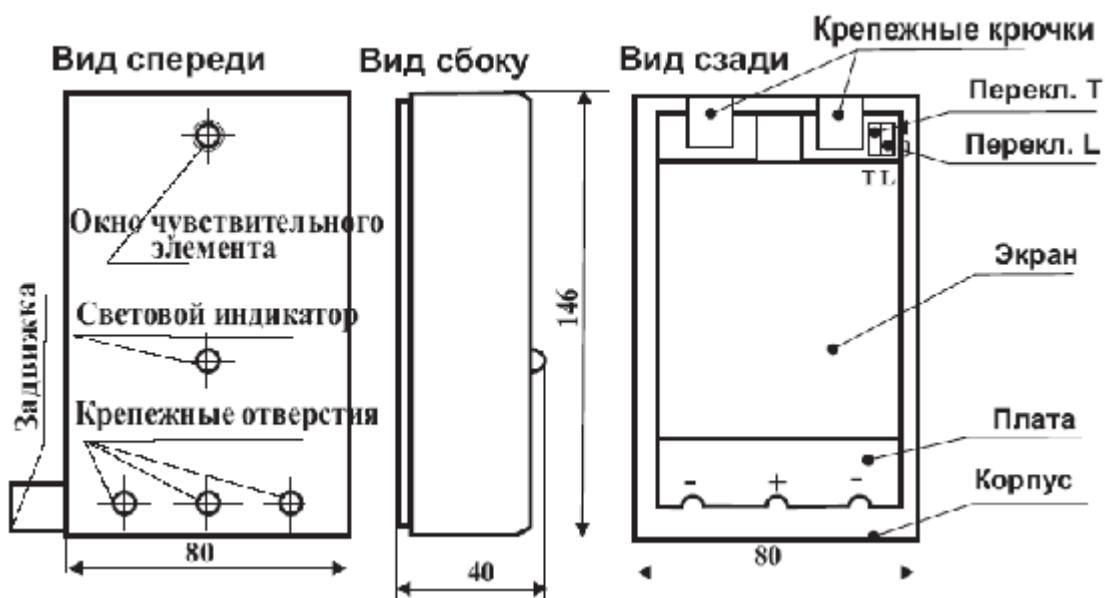


Рисунок 8 – извещатель «Пульсар1-01Н»



#### 4.2.5 дымовой пожарный извещатель ИП 212-26

Прибор предназначен для обнаружения возгораний, сопровождающихся задымлением в закрытых помещениях различных построек. Устройство предназначено для срабатывания в условиях, когда в начальной стадии возникновения пожара происходит слабokonцентрированное задымление, способное вызвать рассеивание света в инфракрасном диапазоне спектра электромагнитного излучения.

Извещатель никак не реагирует на изменения таких показателей, как температура, влажность, наличие открытого огня, естественного и искусственного света и абсолютно безопасен как для людей, так и для имущества, как в условиях эксплуатации, так и в аварийных ситуациях.

Электропитание прибора и передача выходного сигнала "ПОЖАР" осуществляются по двухпроводному шлейфу пожарной сигнализации.

Устройство предназначено для применения в составе автоматизированных систем обнаружения пожара совместно с устройствами охранно-пожарной сигнализации

Прибор рассчитан на непрерывную работу без права отключения или ухода в спящий режим. Извещатель не является средством измерения, он является лишь средством обнаружения очагов возгорания. Устройство соответствует техническим требованиям противопожарных норм безопасности НПБ 65-97. ИП 212-26 имеет конструкцию, устойчивую к пожарам и высоким температурам. Корпус устройства обеспечивает степень пожарной защиты IP40.

Извещатели обычно устанавливаются на потолках, однако, допускается их установка на стенах и жестких подвесках.

Принцип работы прибора основан на визуальном для прибора контроле оптической плотности внутренней среды уловителя. Отражаясь от огня поток инфракрасного излучения преобразуется в электрический импульс с помощью электронной схемы. Величина амплитуды импульса сравнивается с пороговым

значением, установленном в датчике. При превышении этого порога извещатель переходит из режима покоя в режим тревоги "ПОЖАР".

Электрический сигнал срабатывания ИП 212-26 формируется путем уменьшения его собственного сопротивления до тех пор, пока он не будет превышать 400 Ом, при силе тока в 20 мА в шлейфе пожарной сигнализации. Состояние работы извещателя в тревожном режиме отображается индикатором срабатывания, а также с помощью внешнего устройства сигнализации.

В тревожном режиме "ПОЖАР" прибор может находиться неограниченное время.

Чтобы вернуть устройство в дежурное состояние, нужно его отключить и продержать отключенным не менее 3 с.

Бесперебойная и синхронная работа всей электрической схемы ИП 212-26 проводится специализированным контроллером, выполняющим следующие функции:

- Отправка сигналов опроса излучателя;
- Отправка сигналов контроля состояния работы фотоприемника;
- Отправка сигнала тревоги
- Формирование сигнала режима покоя.

Искусственное увеличение процента усиления фотоусилителя, при котором амплитуда отраженного сигнала будет превышать порог срабатывания, обеспечивает полный контроль работы датчика.

При данном методе обеспечивается полный контроль работы датчика, в том числе и оптический определитель задымления.

Конструкция и электрическая схема прибора обеспечивают выдачу сигнала неисправности на устройство сигнализации в случае несанкционированного взлома или попытки снятия извещателя, включенного в цепь охранно-пожарной сигнализации.

Отсутствие ограничения по сопротивлению в выходном каскаде является особенностью электрической схемы прибора ИП 212-26, поэтому подключение устройств к электросети необходимо проводить через резистор, емкостью 1000 Ом.

Монтаж датчиков на объектах контроля должен производиться с учетом требований правил технического содержания пожарной автоматики и Норм пожарной безопасности.

Конструкция устройства допускает его закрепление его на деревянных поверхностях, металлических конструкциях и железобетонных сооружениях. Приборы рекомендуется устанавливать на потолках помещений, в которых происходит охрана. Если установить таким способом невозможно, то допускается их монтирование на стенах, колоннах и других вертикальных поверхностях. В таких случаях датчики размещаются на расстоянии менее 350 мм от потолка, беря во внимание габаритные размеры дымоуловителя. Нельзя устанавливать датчики в местах, где возможно попадание на них агрессивных газов и жидкостей.

Дымоуловители подключаются к устройствам сигнализации при помощи шлейфов управления автоматической системой пожарной сигнализации и пожаротушения.

Датчик подключается к шлейфам системы пожаротушения через базу, в которую он устанавливается.

Демонтаж устройства – вертикальный. Для съема используется специальное устройство

Технические данные ИП 212-26 представлены в таблице 7

Таблица 7 – Технические данные извещателя ИП 212-26

Чувствительность, дБ/м	0,2
Инерционность срабатывания, с	5
Напряжение питания, В	9 + 30
Ток, в дежурном режиме, не более, мкА	100

Таблица 7 (продолжение)

Длительность отключения напряжения питания прибора для его возврата из тревожного режима "ПОЖАР" в режим покоя, с	3
Внутреннее сопротивление дымоуловителя в режиме тревоги, не более, Ом	500
Максимально допустимая длительность перерывов напряжения питания частотой 1,5 Гц, мс	100
Максимально допустимый ток дымоуловителя в сработанном состоянии, мА	25
Габаритные размеры мм	10 x 37
Масса, г	80
Диапазон рабочих температур, °С	от - 25 до + 50
Максимально допустимая относительная влажность при температуре + 40°С, %	90
Допустимый диапазон частот синусоидальной вибрации с ускорением 0,5 д, Гц	от 15 до 150
Степень жесткости по устойчивости к воздействию электромагнитных помех	вторая
Средняя наработка на отказ, ч	50000
Средний срок службы, не менее, лет	15

## Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы мы рассмотрели системы управления котельной, разработали автоматизированную систему управления котельной.

В результате проведенной работы нами была разработана сборная комплектация системы автоматического управления котельной, включающая измерительные, рабочие и охранные устройства.

В ходе работы были достигнуты все цели, а все поставленные задачи были решены.

## Список используемой литературы

1. Лебедев В. М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности 2017. – 212 с.
2. . Белкин А.П. Диагностика теплоэнергетического оборудования 2018. – 240 с.2006. – 148 с.
3. Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
4. Жимерин Д.Г., Мясников В.А., Автоматизированные и автоматические системы управления, М., 2016
5. 9. Лебедев В. М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности 2017. – 212 с.
6. Гущина, О. М. Методические рекомендации к выполнению выпускной квалификационной работе бакалавра: учеб.–метод. пособие / О.М. Гущина, С.В. Мкртычев, А.В. Очеповский. – Тольятти: ТГУ, 2017. – 77 с
7. Кудинов А. А. Горение органического топлива Москва : ИНФРА–М, 2015. – 390 с.Теплотехника. / Под общей редакцией И.И. Сушкина.–Москва «Металлургия» 2018г8. . Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Изд-во МЭИ, 2014. – 386 с.2004. - 139 с.
9. Гусев, Г.Б. Тепловая схема водогрейной котельной. Расчет котла: учебное пособие./ Г.Б. Гусев. – М.: Москва, 2014. – 32 с. 10. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. –386 с.
11. Репин А.Л. Расчетные исследования когенерационной установки для паровых котельных/ Энергосбережение и водоподготовка 2006 № 2, С.71-72.12. Репин А.Л. Перспективы производства электроэнергии и холода на газотурбинных станциях. / Материалы четвертой южнороссийской научной конференции. «Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки». Краснодар. 7.04.2005. С. 27-30.
13. Репин А.Л. К вопросу о повышении надежности электроснабжения паровых котельных/ Материалы четвертой южнороссийской научной конференции. «Энерго- и ресурсосберегающие технологии и установки». Краснодар. 7.04.2005. С.27-30.

14. Репин А.Л., Репин Л.А. Возможности использования энергии давления природного газа на малых газораспределительных станциях/ Энергосбережение.2004 . № 3. С. 70-72.
15. Репин Л.А., Чернн Р.А., Репин А.Л. Методика расчета рабочего процесса винтового парового двигателя/ Материалы V международной конференции. Новочеркасск. 26.10.2005. С. 28-31.
16. Саклаков И.Ю. Повышение эффективности работы теплогенераторов // Энергосбережение и водоподготовка. - 2005. № 1. - С.63.
17. Саклаков И.Ю., Потапов А.Д. Энергосберегающая теплоэнергетика как фактор обеспечения устойчивости атмосферы - важнейшей геосферной оболочки // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.-2004. №5. – С .62.18. Сакун И.А., Пекарев В.И., Носков А.Н. Исследование процессов сжатия и выталкивания в холодильном винтовом компрессоре сухого сжатия / Труды XIV научно-технической конференции / ЛТИХП. Л., 1984. - С. 2-9.
19. Салихов А. А. Комбинированной выработке тепловой и электрической энергии зеленый свет! / Энергетик. 2003. № 2. С. 10-13
20. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2001
21. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2001.
22. A. Kumar Somappa, K. Øvsthus, and L. M. Kristensen, “An Industrial Perspective on Wireless Sensor Networks: A Survey of Requirements, Protocols, and Challenges,” IEEE Commun. Surv.Tutor., vol. 16, no. 3, pp. 1391–1412, 2014.
23. IEC 62591 Ed. 1.0 b:2010, “Industrial Communication NetworksWireless Communication Network and Communication Profiles-Wireless HART™,” 2010.
24. J. J. Downs and E. F. Vogel, “A Plant-wide Industrial Process Control Problem”, Comput. Chem. Engng.,vol. 17, no. 3, pp. 245-255, 1993.

25. R. Breu, “Ten principles for living models - a manifesto of change-driven software engineering,” in 4th International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS-2010), 2010.

26. M. Farwick, B. Agreiter, R. Breu, M. Haring, K. Voges, and I. Hanschke, “Towards living landscape models: Automated integration of infrastructure cloud in enterprise architecture management,” in Cloud Computing (CLOUD), 2010 IEEE 3rd International Conference on, 2010, pp. 35–42.