

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование кафедры)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Техническое и информационное обеспечение интеллектуальных систем
электроснабжения
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Разработка интеллектуальной системы электроснабжения офисного здания»

Студент

Д.Г. Канаев

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Научный

А.Н. Черненко

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

руководитель

Руководитель программы д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Вахнина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

Оглавление

Введение	4
1 Анализ существующей системы электроснабжения офисного здания	10
1.1 Питающие сети	10
1.2 Сети отопления, ГВС и ХВС	10
1.3 Система вентиляции и кондиционирования	14
1.4 Система СКС	14
1.5 Система пожаробезопасности	16
1.6 Система оповещения и эвакуации людей при пожаре	19
1.7 Система защиты от протечек воды	20
1.8 Система контроля и управления доступом	21
1.9 Система охраны и видеонаблюдения	22
1.10 Система защиты от мелких грызунов	22
1.11 Автоматизация системы электроснабжения	23
1.12 Система технического и коммерческого учета	24
1.13 Автоматизация лифтового оборудования	26
1.14 Выводы к первой главе	27
2 Сравнение и внедрение оптимальных устройств для автоматизации электроснабжения	28
2.1 Оборудование автоматизации противопожарных систем	30
2.2 Оборудование автоматизации системы защиты от протечек	38
2.3 Оборудование автоматизации питающих сетей здания	41
2.4 Оборудование автоматизации систем отопления и горячего водоснабжения	46
2.5 Оборудование автоматизации системы вентиляции офисного здания	49

2.6 Оборудование автоматизации системы газоанализа	53
2.7 Оборудование автоматизации системы освещения	57
2.8 Оборудование автоматизации системы учета электроэнергии	60
2.9 Оборудование автоматизации системы учёта тепла	63
2.10 Программное обеспечения для системы учета	65
2.11 Автоматизация системы оповещения и эвакуации людей при пожаре	68
2.12 Выводы ко второй главе	70
3. Оценка показателей эффективности от внедрения систем автоматизации	72
3.1 Расчет эксплуатационных расходов до и после внедрения системы автоматизации	73
3.2 Экономия за счет повышения производительности труда	75
3.3 Расчет стоимости внедрения систем автоматизации	76
3.4 Выводы к третьей главе	79
Заключение	80
Список используемых источников	81

Введение

Сегодня всё более остро встаёт вопрос повышения надежности и снижения эксплуатационных издержек объектов общественного пользования.

Последние исследования показывают, что большинство аварийных ситуаций происходят по вине так называемого человеческого фактора. Поэтому для повышения надежности здания необходимо минимизировать вероятность человеческой ошибки. Автоматические системы управления зданием позволяют устранять аварийные ситуации без вмешательства человека.

Автоматизированная система электроснабжения здания представляет собой совокупность из систем:

- Автоматическая система управления инженерным оборудованием;
- Система управления пожаротушением и эвакуацией людей при пожаре;
- Система охранной сигнализации;
- Система видеонаблюдения;
- Система телефонной связи и Internet;
- Система контроля и управления доступом;
- Система технического и коммерческого учёта энергоресурсов.

Данные системы объединены в единый пульт управления зданием, данный пульт именуется ЦПУ. Центральный пульт управления представляет собой обычный компьютер, на котором установлены специализированные программы для управления и мониторинга всех систем здания.

Помимо личного желания повысить безопасность эксплуатируемого здания, необходимость автоматизации инженерных систем здания становится обязательной и на законодательном уровне. Так в последних версиях федеральных законов [1, 2], прописывается необходимость установки специальных шкафов коммутации вентиляторов, отвечающих за дымоудаление. Так же в СП 6.13130.2013[8], прописывается необходимость контроля

целостности линии питания всех систем пожарной безопасности и систем эвакуации людей при пожаре.

Обязательность автоматизации коснулась не только противопожарных систем, но и систем освещения. Так в СП 256-1325800.2016 [9] прописывается перечень необходимых мероприятий по обеспечению автоматизированной работы освещения.

Автоматизация инженерных систем офисного здания так же позволяет повысить уровень производительности труда на рабочем месте. Система климат-контроля позволяет настроить максимально удобные условия для работы, а система автоматического контроля уровня освещенности даёт возможность снизить нагрузку при зрительных работах.

Для снижения эксплуатационных издержек с помощью внедрения АСУЭ необходима грамотная проработка проекта. Поскольку АСУЭ применяют для экономии на энергоресурсах, необходимо точно знать нагрузки офисного здания с графиком пиков нагрузки. Для этого в офисном здании необходимо провести полный энергоаудит [28].

Автоматизация инженерных систем позволяет существенно экономить на энергопотреблении здания. Поскольку 70% потребляемой энергии в офисном здании приходится на системы вентиляции и освещения, автоматизация этих систем является крайне важной. Автоматизация системы вентиляции включает в себя множество функций. Например, можно настроить систему вентиляции таким образом, чтобы при необходимости не запускать всю систему здания, а лишь её часть, необходимую для работы. Так же имеется функция автоматического проветривания и контроля уровня влажности.

Но у систем автоматизации имеются существенные недостатки. Например, необходимость в постоянном пребывании квалифицированного персонала для обслуживания систем АСУЭ. Так же к недостаткам можно отнести сложность в эксплуатации оборудования АСУЭ, поскольку большинство оборудования поставляется на заказ, в случае поломки элементов очень долго ждать поступление новых, что может оказаться критическим.

Поэтому для повышения надежности систем автоматизации здания необходимо предусматривать возможность ручного регулирования основных систем.

Все перечисленные преимущества автоматизированной системы управления общественным зданием демонстрируют необходимость установки этой системы. При грамотном проектировании системы автоматического управления инженерным оборудованием её стоимость оказывается сравнительно не высокой, а период окупаемости составит от 2 до 3 лет.

Также сегодня во множестве офисных зданий стали применяться альтернативные источники энергии. В офисных зданиях, в которых применены альтернативные источники энергии, правильно спроектированная система автоматизации играет ключевое значение [24,25]. Поскольку для обеспечения должного уровня надежности электроснабжения в офисном здании, необходимо применять несколько альтернативных источников энергии [26]. Взаимодействие всех альтернативных источников энергии с системами всего офисного здания обеспечивается системой автоматизации, поэтому к ней предъявляются особые требования [29].

Описание объекта исследования

Размеры здания в осях 40,4x10,2м. Здание 6-ти этажное. Цокольный этаж и 3 надземных этажа, так же имеется чердак. Высота этажа 3,5м. Уровень чистого пола 1-го этажа над поверхностью земли 3,5м. Уровень пола 1-го этажа принят за отметку 0.00. Уровень пола цокольного этажа -4.500. Здание введено в эксплуатацию в 2006 году.

Территориально здание находится в Самарской области. Климатическая зона –II.

Здание выполнено из кирпича, а внутренние стены выполнены из негорючих гипсокартоновых перегородок. Категория пожароопасности Д.

Электроснабжение офисного здания осуществляется кабельными линиями, проложенными в земле, от БКТП 10/0,4. В БКТП установлены 2 трансформатора мощность 400кВА.

На объекте организована 1 категория электроснабжения. Суммарная потребляемая мощность офисного здания 300кВ. Основным потребителем является система вентиляции и кондиционирования (150 кВт).

Горячее водоснабжение осуществляется от городских сетей. Так же в офисном здании предусмотрен резервный котел для сетей отопления.

Водоснабжение и канализация осуществляются от городских сетей.

В цокольном этаже размещаются парковка и технические помещения. В зоне технических помещений расположены:

- 1) Электрощитовая;
- 2) Тепловой узел;
- 3) Водонапорный узел.

В помещениях 1-го этажа размещаются:

- 1) Контрольно-пропускной пункт;
- 2) Пост охраны;
- 3) Серверная;
- 4) Помещение ЦПУ.

На 2 и 3 этаже размещаются рабочие кабинеты, комнаты приема пищи.

На чердаке здания размещены технические помещения и венткамеры.

Кровля здания эксплуатируемая. На кровле находятся вентиляторы дымоудаления, а также чиллер. Кровля по периметру имеет ограждение парапетом высотой 1,2м.

Общая площадь здания – 773 кв.м.

Полезная площадь -631 кв.м.

Планировка 1-го этажа и фасад офисного здания представлены на рисунке 1 и 2.

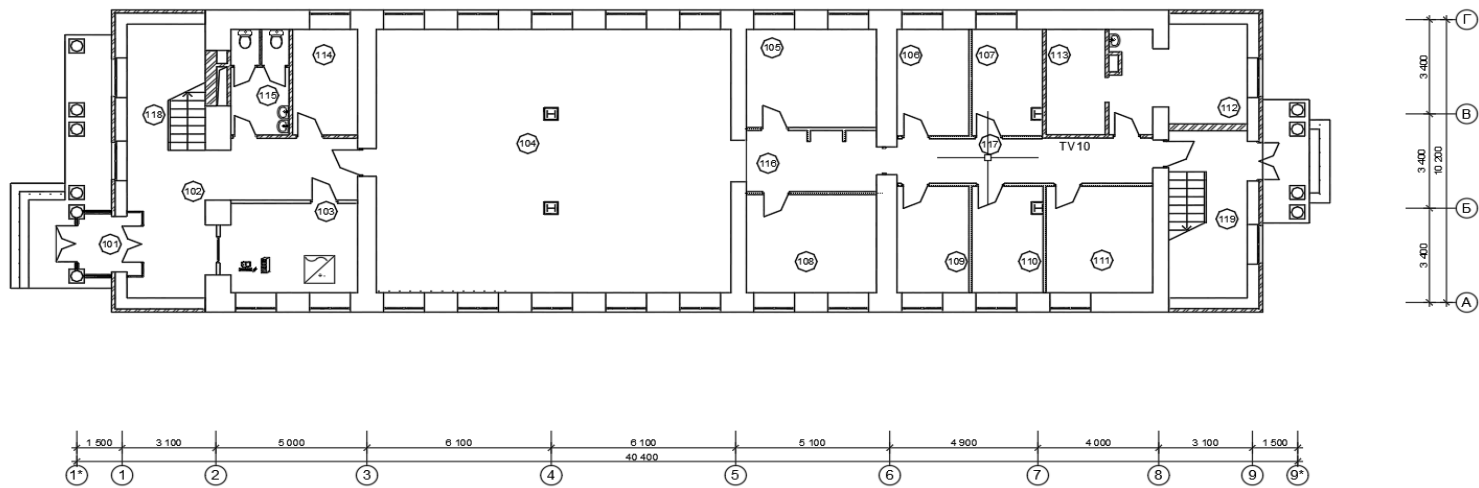


Рисунок 1 – Планировка 1-го этажа

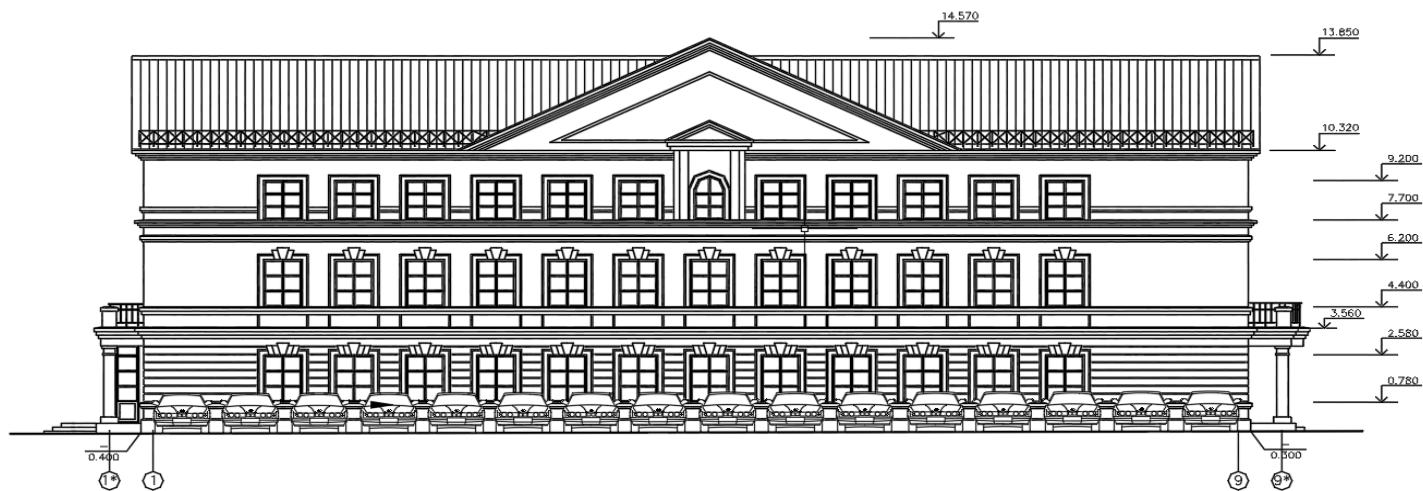


Рисунок 2 – Фасад здания

Целью магистерской диссертации является снижение эксплуатационных издержек в офисном здании путем внедрения системы АСУЭ.

Поставленная цель требует решения следующих задач:

1. Анализ существующей системы электроснабжения офисного здания.
2. Сравнение и выбор оптимальных устройств для автоматизации энергоснабжения.
3. Оценка показателей эффективности от внедрения систем автоматизации.

1 Анализ существующей системы электроснабжения офисного здания

1.1 Питающие сети

Электроснабжение офисного здания осуществляется двумя кабельными линиями от БКТП 10/04. На вводе в здание установлены два ВРУ. ВРУ представляют собой металлические шкафы с установленными в них коммутационными аппаратами. Между двумя секциями ВРУ установлен переключатель.

Поскольку на объекте планируется установка дорогостоящего оборудования необходимо обеспечить первую категорию электронадёжности. Самым доступным вариантом является установка выключателей с моторприводам и контроллера, который будет отслеживать состояние системы

Учёт электроэнергии осуществляется с помощью устаревшего индукционного счетчика электроэнергии. Данный счетчик не обладает требуемым классом точности, а также в нём отсутствуют необходимые цифровые интерфейсы RS-485/RS-272, которые потребуются для подключения к единой системе учёта энергоресурсов.

В ВРУ отсутствуют устройства компенсации реактивной мощности и системы от передачи высших гармоник в сеть.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что ВРУ офисного здания устарело, и для проведения внедрения системы АСУЭ необходима замена многих компонентов ВРУ.

1.2 Сети отопления, ГВС и ХВС

Горячее водоснабжение офисного здания осуществляется от котельной. Структурная схема водоснабжения офисного здания представлена на рисунке 3.

В офисном здании организована система водоснабжения при которой настройка параметров отопления и ГВС задаётся вручную. При такой системе обслуживающий персонал не способен оперативно производить калибровку системы водоснабжения, что приводит к большим денежным потерям. Так же, в случае аварийной ситуации, для поддержания температуры внутри здания предусмотрен резервный нагревательный котел. Включение и отключение котла осуществляется вручную эксплуатирующим персоналом.

Учет горячей воды осуществляется с помощью счетчика. Данный счетчик устарел и не имеет возможности подключения к единой системе учета энергоресурсов.

Для обеспечения более высоких экономических показателей необходимо организовать новую систему управления оборудованием водоснабжения и отопления офисного здания. Для этого необходима установка контроллера, который с помощью датчиков температуры, установленных в трубопроводах системы водоснабжения и отопления, будет регулировать параметры этих систем.

Для регулирования параметров необходима установка двух седельных клапанов в системах отопления и водоснабжения. Клапаны должны быть оснащены мотор приводами, реагирующими на сигналы контроллера. Также должна быть предусмотрена система ручного управления на случай поломки контроллера.

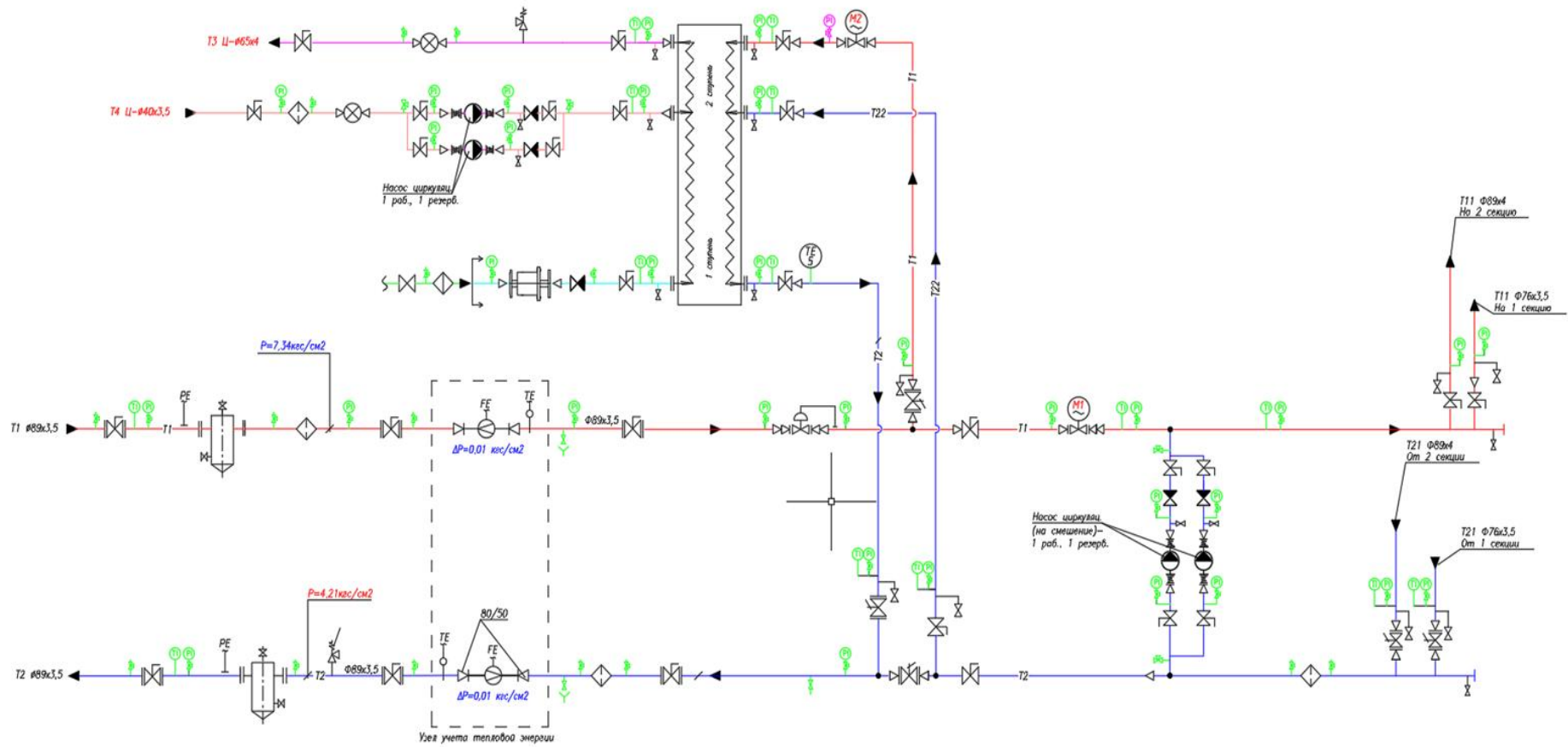


Рисунок 3 – Структурная схема водоснабжения и отопления офисного здания

В нормальном режиме работы котёл работает на газе, но в случае аварии в газовой сети котел должен автоматически переходить на электрическое отопление. Для этого необходимо предусмотреть программируемый контроллер, который будет анализировать давление газа в сети, и при критическом давлении переводить котёл на электрическое отопление. Поскольку в котельной присутствует газовое оборудование в соответствии с [10] возникает необходимость установки газоанализаторного оборудования. Данное оборудование фиксирует утечку газа и подаёт сигнал на отключение газовой горелки и приводов всех насосов.

Поскольку при наличии в помещении котельной горючих веществ категория взрывоопасности данного помещения становится В-Iа, при данной категории взрывоопасности всё насосы, приводы, аппараты управления и коммутации, светильники, должны выполняться во взрывозащищенном исполнении и иметь степень защиты не менее IP54.

В соответствии с нормативными документами всё оборудование котельной относится к 1-й категории надёжности электроснабжения. Для этого необходимо установить устройство автоматического ввода резерва. Данное устройство подключается от двух разных секций ВРУ, и в случае пропажи напряжения на рабочем кабеле автоматически осуществляет переключение на резервный. По СП на котельные установки, электропитание всех электропотребителей должно осуществлять со шкафа, имеющего 2 секции шин, вся нагрузка должна быть равномерно распределена по этим секциям.

В соответствии с ПУЭ всё электрооборудование котельной должно быть заземлено. Все коммуникации, входящие в помещение котельной должны быть защищены от заноса высокого потенциала.

Прокладка кабелей в помещении котельной должна осуществляться открыто в металлических коробах, опуски кабелей к оборудованию должны выполняться в стальных трубах.

1.3 Система вентиляции и кондиционирования

После недавней модернизации в офисном здании была установлена централизованная система кондиционирования. Данная система состоит из наружных блоков, установленных на крыше здания, и внутренними блоками, которые установлены на потолке помещений в офисе. Управление системой кондиционирования осуществляется вручную, с помощью индивидуальных пультов управления к каждому внутреннему блоку. Данная система управления системой кондиционирования является не рациональной, поскольку не учитывает факторов среды. Например, вместо того чтобы включать систему кондиционирования, достаточно будет ограничиться включением вытяжки или открытием окна. Также система кондиционирования имеет большую мощность, порядка 100кВт. Одновременный запуск этой системы возбуждает огромные пусковые токи, которые могут привести к неполадкам или отказу оборудования в офисном здании.

Система вентиляции также не имеет централизованной системы управления. Элементы этой системы работают либо по заданному технологическому алгоритму, либо управляются вручную. Данная система также не является рациональной, поскольку система вентиляции является основным потребителем электроэнергии и нерациональное использование этой системы может привести к большим финансовым потерям.

Поскольку для автоматического управления системами вентиляции и кондиционирования достаточно использовать коммутаторы и преобразователи частоты, нет необходимости в замене вентиляционного оборудования.

1.4 Система СКС

Для установки оборудования СКС в офисном здании имеется серверное помещение. В данном помещении установлены серверные шкафы, в которое устанавливается оборудование СКС. На каждом этаже здания имеется своё серверное помещение. Всё оборудование СКС подключено по 1й категории надёжности электроснабжения. Резервные источники питания отсутствуют.

Многие производители оборудования СКС рекомендуют установку резервных источников питания, поскольку это позволяет не только сохранить важные данные, а также продлевает срок службы дорогостоящего оборудования.

На текущий момент система телефонии здания выполнена через маршрутизаторы. Данные маршрутизаторы поддерживают стандартный разъем телефонии RJ12 6P4C. Данный стандарт считается устаревшим, поскольку использование 2х пар кабелей не обеспечивает достаточное качество связи.

Современные телефонные станции используют интернет связь по стандарту RJ45 (рисунок 4).

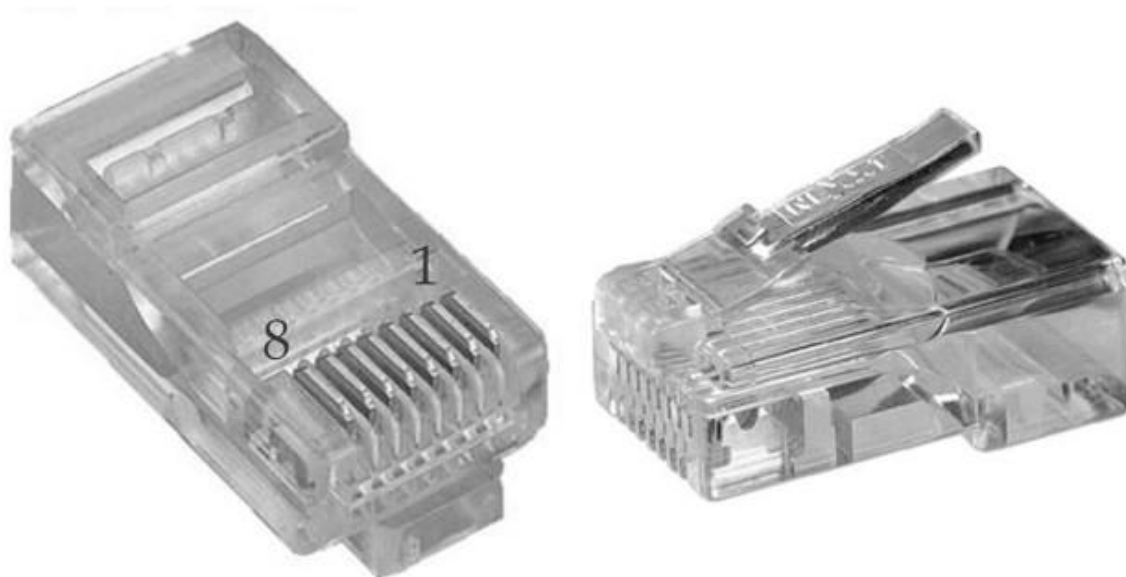


Рисунок 4 – Внешний вид коннектора RJ-45

Телефоны, работающие с помощью RJ-45, отличаются более высоким качеством связи. Поскольку по размеру разъем RJ45 отличается от RJ12, потребуется замена всего телефонного оборудования на соответствующее данному стандарту.

В офисном здании присутствует интернет связь. Интернет-связь обеспечивается кабелями по типу витая пара. Данный тип кабелей не обеспечивает необходимую скорость соединения, его необходимо заменить на оптоволоконный с разъемом RJ45. Сегодня для оптоволоконных кабелей имеется 2 типа разъёмов RJ 45.

- 1) 8P6C-данный разъем обеспечивает максимальную скорость передачи данных до 100мбит/с
- 2) 8P8C-данный разъем обеспечивает максимальную скорость передачи данных до 1гбит/с

Рекомендуется применять разъемы 8P8C. Кабельные линии сетей связи должны соответствовать [3].

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что система СКС данного офисного здания морально устарела и требует полной замены начиная с коммутационного оборудования, заканчивая кабельными линиями и разъемами для оборудования.

1.5 Система пожаробезопасности

Из систем пожаробезопасности в данном офисном здании присутствует система дымоудаления .

Изначально в офисном здании при пожаре открываться только фрамуги дымоудаления. Сигнал пожар подавался от аналоговых датчиков дыма, установленных в каждом помещении.

Однако из-за ужесточения противопожарных нормативов в здании были установлены вентиляторы дымоудаления. Данное нововведение требует полной модернизации противопожарных систем.

Для обеспечения более точной информации о месте очага пожара требуется замена системы пожарной сигнализации с аналоговой на адресную. Адресная система пожарной сигнализации отличается от аналоговой тем, что позволяет точно определить очаг возгорания. Это обеспечивается системой, в которой у каждого пожарного извещателя есть свой собственный адрес. При обнаружении дыма система получает сигнал от конкретного датчика и может точно понять в каком помещении произошло возгорание. Современные устройства пожарной сигнализации работают по системе двойной проверки, данная система подаёт сигнал пожар только при срабатывании нескольких

датчиков и повторной проверки их срабатывания. Эта система помогает снизить количество ложных срабатываний, поскольку они могут привести к излишнему износу оборудования и неудобствам персонала офисного здания.

Также сигнал пожар подается при срабатывании ручных извещателей. Ручные пожарные извещатели не имеют системы двойной проверки и сигнал от них сразу же запускает в системе протокол “пожар”. Ручные извещатели устанавливаются у каждого эвакуационного выхода или каждые 25м.

В соответствии с нормативной документацией, в офисном здании должны быть предусмотрены извещатели, запускающие только систему дымоудаления, без запуска сигнала пожар. Данные извещатели устанавливаются у каждого пожарного выхода.

В здании присутствует система пожаротушения методом “сухого” трубопровода. Данная система представляет собой трубу, которая врезается в систему холодного водоснабжения здания, в месте врезки устанавливается дренажный затвор. Трубопровод подключается к пожарным кранам, установленным во всём офисном здании. В нормальном режиме трубопровод сухой, но при пожаре открывается дренажный затвор и вода под напором поступает в систему. Так же подать воду можно с помощью специального извещателя, установленного у каждого крана пожаротушения. Данный извещатель не запускает в систему сигнал пожар.

Для организации пожаротушения методом “сухого” трубопровода нормативные документы приписывают необходимость контроля целостности цепи, а также полный мониторинг работоспособности дренажной заслонки. Для обеспечения данных требований можно использовать специальные шкафы управления затворами. Пример такого шкафа представлен на рисунке 5. Данные шкафы позволяют получать информацию о работе заслонки, её запуске, а также проверять заслонку на заклинивание. Данные шкафы можно подсоединить к приборам системы пожарной сигнализации и выводить информацию о состоянии затвора на пульт оператора в ЦПУ. Дополнительно с данного шкафа можно осуществлять ручное управление затвором.



Рисунок 5 – Шкаф управления затвором

Обновлённая система дымоудаления представляет собой совокупность систем фрагуг и вентиляторов дымоудаления.

При сигнале пожар подаётся команда на запуск вентиляторов дымоудаления на полную мощность и на открытие фрагуг дымоудаления. Также одновременно должен подаваться сигнал на отключение системы вентиляции и кондиционирования во всём офисном здании. Это осуществляется с помощью независимого расцепителя, отключающего

автоматические выключатели системы вентиляции при поступлении на него сигнала пожар. Все сети системы дымоудаления должны проверяться на наличие напряжения. Для вентиляторов и фрагуг это реализовывается с помощью специальных шкафов управления. С помощью данных шкафов система пожаробезопасности может получать полную информацию о состоянии вентиляторов и фрагуг, а также проводить пробные запуски для проверки на исправность. Контроль на работоспособность независимого расцепителя осуществляется с помощью специальных контрольно-пусковых блоков.

Кабели для системы пожаробезопасности должны быть негорючими и выдерживать один час при пожаре. Для этого подходят медные кабели в негорючей оболочке из полиамидов и приставками -FRLS или -HF. По нормативным документам кабели для системы пожаробезопасности не должны осыпаться и выделять вредных веществ при пожаре. Для этого их необходимо прокладывать в металлорукаве либо использовать бронированные кабели.

1.6 Система оповещения и эвакуации людей при пожаре

В офисных зданиях система оповещения и эвакуации людей при пожаре представляет собой комплекс устройств, которые должна обеспечивать безопасный выход людей из здания в случае пожара. Современные системы СОУЭ состоят из:

- Звуковое оповещение;
- Световое оповещение.

В соответствии с нормативными документами в офисном здании должна быть организована СОУЭ 3 типа. При этом типе в случае пожара должно автоматически включиться речевое оповещение, которое сообщит информацию, необходимую для эвакуации, при этом для каждой пожарной зоны должны подаваться индивидуальные речевые сигналы. При СОУЭ 3-го типа, управляющий персонал в автоматическом режиме получает отдельные инструкции с указаниями действий при пожаре. При СОУЭ 3-го типа все элементы сетей звукового оповещения должны проверяться на

работоспособность и наличия напряжения. Для проведения тестов на работоспособность системы она должна быть интегрирована с центральным пультом управления. Звуковые динамики для системы оповещения должны выбираться в зависимости от уровня шумового загрязнения в каждом отдельном помещении. Система звукового оповещения имеет I-категорию надёжности электроснабжения, поэтому для систем СОУЭ необходимо предусмотреть отдельные источники питания с применением аккумуляторных батарей. Кабели для системы звукового оповещения должны быть негорючими, и не выделять вредных веществ при высоких температурах, кабели прокладываются в стальных трубах или металлорукавах.

Световое оповещение системы СОУЭ представляет собой совокупность световых указателей, наглядно показывающих направление путей эвакуации при пожаре. Световые указатели необходимо установить над каждым эвакуационным выходом, а также перед коридором безопасности. Дистанция распознавания световых указателей не должна превышать 25м. Указатели могут быть как постоянно горящими, так и включающимися при пожаре. Все световые указатели должны проверяться на работоспособность, а также на наличие напряжения. Для этого все световые указатели необходимо присоединить к ЦПУ.

В помещениях, где возможно пребывание маломобильных групп населения, необходима установка специальных пожарных оповещателей. Данные устройства, в случае пожара, должны обеспечивать как световое, так и звуковое оповещение.

1.7 Система защиты от протечек воды

Современные тенденции развития общественных зданий приписывают необходимость установки систем защиты от протечек воды, поскольку ликвидация последствий затопления приводит к огромным финансовым потерям, а также к ухудшению санитарных и эпидемиологических норм.

Основной причиной затопления является человеческий фактор. Многие люди забывают выключить воду или не плотно закрывают смесители.

Последние системы защиты от протечек оборудованы датчиками влажности. Данные датчики настроены на подачу сигнала при попадании на них влаги. Чувствительность данных датчиков отстраивается, чтобы они сработали от потока воды, а не от нескольких капель.

Системы защиты от протечек бывают двух типов:

- с возможностью интеграции в общую сеть автоматизации офисного здания;

- работающие автономно.

Системы, работающие автономно, способны только на регистрацию протечки и рассылку уведомлений. Системы, которые интегрируются в общую сеть, способны принимать решения на прекращение подачи воды в помещение, данные системы обеспечивают наибольшую эффективность, поскольку в данном вопросе наибольшее значение имеет скорость принятия решений.

На текущий момент в исследуемом офисном здании отсутствует система защиты от протечек воды. Данную систему необходимо установить во всех санузлах, а также в комнатах для мытья посуды и приёма пищи.

1.8 Система контроля и управления доступом

Система контроля и управления доступом – это неотъемлемая часть любого офисного здания. Данная система должна удовлетворять всем критериям безопасности, а также пожарной охраны.

В данном офисном здании целесообразно использовать систему контроля доступом при которой у каждого сотрудника здания будет свой личный цифровой ключ с отдельным идентификационным номером. Все ключи должны быть разделены по уровням допуска, данная функция позволит предотвратить проникновения в защищенные объекты. При активации электронного замка, на пост охраны должны приходить данные ключа, которым активировали электронный замок. Все данные должны записываться в журнал.

В части обеспечения пожарной безопасности к системе управления и контроля доступом предъявляются особые требования. Основным требованием является открытие всех замков при пожаре. Для выполнения этого требования необходимо интегрировать систему управления доступом с системой пожарной защиты. Также все двери эвакуационных выходов должны быть оборудованы магнитными замками, для открытия их при пожаре.

1.9 Система охраны и видеонаблюдения

Для обеспечения должного уровня безопасности офисное здание должно быть оборудовано системой охраны и видеонаблюдения.

Камеры для системы видеонаблюдения необходимо разместить как снаружи, так и внутри здания. Наружные камеры должны быть направлены на основные входы в здания, а также на места возможного проникновения. Для того чтобы не нарушать архитектурные особенности здания камеры должны быть скрыты.

Внутри здания камеры необходимо разместить в местах хранения ценностей, а также в помещениях с наибольшим скоплением людей. Камеры не рекомендуется устанавливать в пожароопасных помещениях. Также внутри здания рекомендуется установить микрофоны.

Электроподключение камер, а также хранение видеозаписей осуществляется со специального серверного поста. Серверный пост необходимо установить в помещении серверной.

Система охраны помогает защитить объект от несанкционированного доступа. Система охраны представляет собой набор датчиков, интегрированных в общую сеть. Для защиты здания от несанкционированного доступа необходимо установить датчики присутствия, а также магнитные датчики открывания окон и дверей.

Снаружи здания необходимо установить датчики движения. Эти датчики отличаются от остальных, тем что они должны реагировать на движение

человека, а не машины или животного, для этого у них предусмотрено несколько датчиков движения.

Все данные от датчиков охраны сводятся в единый пульт. С данного пульта охранный персонал имеет возможность следить за всем происходящим на территории предприятия.

1.10 Система защиты от мелких грызунов

В городах всё более острой проблемой становится чрезмерное количество мелких грызунов. Грызуны являются переносчиками большого количества вредных заболеваний, а также причиняют вред оборудованию в зданиях. Поэтому современные санитарные нормы обязуют устанавливать защиту от мелких грызунов во всех мелких зданиях.

Существует огромное количество приборов защиты от мелких грызунов, но к большинству их них грызуны быстро адаптируются. Поэтому для эффективной защиты в здании должна быть применена система из нескольких приборов защиты от грызунов.

В обязательном порядке устройства защиты должны быть размещены:

- в местах возможной миграции крыс;
- у входов в здание;
- в местах хранения пищевых продуктов;
- во всех технических помещениях.

1.11 Автоматизация системы электроснабжения

Автоматизация системы электроснабжения позволяет более быстро и безопасно проводить электротехнические мероприятия, а также вести мониторинг состояния электрической сети здания. Для этого все элементы автоматизации должны быть подключены к центральному пульта управления.

Поскольку в данном офисном здании система электроснабжения выполнена с помощью устаревшего оборудования, не имеющего соответствующих интерфейсов для подключения к пульта, потребуется замена

всего оборудования электроснабжения. Для мониторинга состояния сетей потребуется установка дополнительных контроллеров и измерительного оборудования.

В современных офисных зданиях всё большую популярность набирает оборудование использующее импульсные источники питания. К такому оборудованию относятся: персональные компьютеры, светодиодные светильники, ноутбуки, принтеры, источники бесперебойного питания и т.д. Поэтому всё остро встаёт вопрос компенсации реактивной мощности и появления высших гармоник.

Высшие гармоники приводят к ряду неприятных последствий, таких как:

- перегрев нулевых рабочих проводников;
- искажение синусоидальности напряжения;
- лишние потери в трансформаторах;
- старение изоляции;
- частое срабатывание тепловых защит и предохранителей;
- помехи в сетях коммуникаций.

Для устранения данных проблем необходима установка для выпрямления и компенсации высших гармоник.

1.12 Система технического и коммерческого учета

На текущий момент в офисном здании организована система учета при которой счетчики электроэнергии установлены только в ВРУ, а счетчики горячей и холодной воды только в узле учёта на вводе в здание. При данном расположении счетчиков их показания снимаются на всё здание. При расчете стоимости и выписке квитанций все потреблённые энергоресурсы делятся между арендаторами в зависимости от арендуемой площади. Данная система не является опциональной, поскольку из-за разной специфика работ у арендаторов, потребление энергоресурсов у них различное. Это приводит к излишним финансовым потерям.

Для решения данной проблемы лучше всего подойдет установка системы автоматизированного учета энергоресурсов.

Для системы электроснабжения потребуется установка индивидуальных счетчиков электроэнергии в распределительных шкафах каждого арендатора. Для объединения в единую сеть для счетчиков необходимо наличие интерфейса RS-485. Поскольку для юридических лиц не действителен ночной тариф, то наличие тарифной функции для счетчиков не обязательно.

Поскольку в здании имеются территории общего пользования и оборудование, обслуживающее нескольких арендаторов, возникает проблема расчета электроэнергии для этой категории электроприёмников. К сетям общего пользования можно отнести:

- освещение лестниц и коридоров,
- наружное освещение,
- противопожарные сети,
- охрана входа и контроль доступа.

Для таких сетей достаточно установить общий счетчик электроэнергии и оплачивать электроэнергию всем арендаторам в зависимости от площади.

Но в здании присутствуют инженерные сети, которые обслуживают несколько арендаторов. Например, для кондиционирования воздуха в офисном здании установлен чиллер. При включении чиллера одним арендатором за потребляемую чиллером мощность платят все арендаторы, хотя им это может быть и не нужно. Для оптимизации расходов необходима установка микропроцессорных счетчиков электроэнергии. Эти счетчики начисляют потребленную электроприемником мощность конкретному арендатору, который этот электроприемник включил. При данной схеме необходимо конфигурация режимов работы чиллера для каждого конкретного арендатора.

Для упрощения выписки квитанций на оплату, а также для индивидуального мониторинга потребления энергоресурсов все счетчики необходимо объединить в единую сеть с помощью центрального пульта

управления. На пульт центрального управления необходимо установить специальное программное обеспечение.

Для учета тепловой энергии необходимо установить индивидуальные счетчики тепловой энергии на каждую батарею. На данный момент подобная система является обязательной для установки в жилых зданиях, однако в офисных зданиях подобная система тоже может применяться. При данной системе учета тепловой энергии каждый арендатор платит сугубо за потреблённую им тепловую энергию. При этом существует возможность регулирования потребления тепловой энергии в зависимости от потребностей арендатора.

1.13 Автоматизация лифтового оборудования

Для офисных зданий особо остро стоит проблема мониторинга и диспетчеризации лифтового оборудования. Для решения данных проблем лучше всего пойдёт система автоматизации лифтового оборудования. Данная система должна обеспечивать:

- сигнал на диспетчерский пункт об открытии шахты лифта при движущейся кабине,
- открытие дверей машинного отделения,
- открытие питающих шкафов лифтового оборудования и шкафов автоматики,
- связь с диспетчером из кабины лифта,
- мониторинг состояния основных приводов,
- экстренное торможение лифтовой кабины.

Также лифтовое оборудование должно удовлетворять требованиям пожарной безопасности. Например, в случае пожара все лифты должны опуститься на 1 этаж и открыть двери, при этом лифты должны оставаться неактивными до снятия пожарной тревоги.

1.14 Выводы к первой главе

Из всего вышеперечисленного можно делать вывод, что в здании необходимо внедрение многих систем автоматизации. С момента ввода здания в эксплуатацию многие нормативные документы изменились, и многие системы автоматизации являются обязательными. Также появилось множество систем, позволяющих существенно экономить на энергоресурсах. Все эти факторы демонстрируют необходимость внедрения автоматизации.

При проектировании необходимо руководствоваться принципами целесообразности и максимальной эффективности, поскольку оборудование систем автоматизации является дорогостоящим и сложным в эксплуатации.

Для проведения настройки и технического обслуживания, также потребуется нанять высококвалифицированный персонал. Для целесообразного распределения средств целесообразно будет использовать не штатный персонал, а заключать договор на оказание услуг при выполнении конкретных задач.

Для установки современной системы автоматизации потребуется замена большинства старого оборудования.

2 Сравнение и внедрение оптимальных устройств для автоматизации электроснабжения

Для построения экономичной, но при этом максимально функциональной системы автоматизации здания правильный подбор оборудования имеет ключевое значение. Сегодня рынок оборудования по автоматизации инженерных систем представляет огромный выбор оборудования под любые функции. Производителей оборудования можно разделить на 2 большие группы:

- 1) Отечественные производители, такие как НВП "Болид" и "Интер-М";
- 2) Зарубежные производители, такие как Siemens, Sauder и т.д.

Отечественные производители, в основном, производят продукцию среднего ценового сегмента. Эта продукция проста в обращении и легка в программной настройке. Большинство оборудования можно настроить простым переключением джамперов.

К плюсам отечественного оборудования можно отнести его практически полную совместимость с оборудованием автоматизации от других отечественных фирм. Это возможно поскольку программное обеспечение большинства отечественного оборудования написано на общих протоколах. Данная особенность особо полезна в ситуациях, когда на объекте уже установлена система автоматизации, и для её модернизации или ремонта можно использовать оборудование аналог.

Но существенным недостатком отечественного оборудования является его ограниченный функционал и низкая гибкость, поскольку большинство отечественного оборудования выполняет свою, строго ограниченную функцию, и при проектировании автоматизации на больших объектах, возникает проблема огромного количества оборудования, которое требуется для автоматизации. Большое количество оборудования приводит к усложнению работы и эксплуатации системы, а также уменьшает надёжность и безопасность

оборудования. Поэтому на больших объектах рекомендуется применение импортного оборудования.

Зарубежные производители оборудования для автоматизации, в основном, предлагают оборудование более высокой ценовой категории чем отечественные, но это оборудование обладает большим количеством функций.

К основным плюсам зарубежного оборудования можно отнести его больший функционал, по сравнению с отечественным. Также существенным плюсом зарубежного оборудования возможность комплексной сборки систем автоматизации, то есть если для отечественного оборудования требуется точная подборка управляющей и коммутационной аппаратуры, то в импортных системах автоматизации всё оборудование уже установлено и подобрано, что существенно облегчает проектирование и монтаж систем на базе импортного оборудования.

К существенным недостаткам импортного оборудования для автоматизации можно отнести его высокую стоимость. Также существует проблема с ремонтом импортного оборудования, поскольку данное оборудование можно получить только по специальному заказу, и в случае поломки период ожидания ремонта может затянуться на недели. Ещё России мало специалистов, способных осуществить ремонт и настройку импортного оборудования, поэтому в случае поломки услуги по ремонту, в основном, оказывает официальный представитель фирмы по автоматизации.

При проектировании систем автоматизации инженерного оборудования рекомендуется отдавать предпочтение отечественному производителю. Это связано с тем, что большинство отечественных производителей имеют официальных представителей в городах России. Помощь официальных представителей очень полезна на стадии проектирования и монтажа, поскольку оборудование каждой фирмы имеет свои особенности. Поскольку зарубежные производители оказывают недостаточную поддержку потребителям, на стадии проектирования и пуско-наладочных работ возникает огромное количество

ошибок, поэтому в России очень мало организаций, способных отстроить грамотную систему автоматизации на зарубежном оборудовании.

2.1 Оборудование автоматизации противопожарных систем

Автоматизация противопожарных систем является обязательной для всех типов зданий. В соответствии с нормативными документами автоматизация противопожарной системы должна включать в себя:

- 1) Контроль целостности кабельных линий всех противопожарных систем;
- 2) Контроль исправности оборудования, отвечающего за дымоудаление и пожаротушение;
- 3) Подача тревожного сигнала в систему пожаротушения;
- 4) Подача тревожно сигнала в диспетчерский пункт или на ближайшую пожарную станцию;
- 5) Оповещение и эвакуация людей;
- 6) Отключение систем вентиляции и кондиционирования

В соответствии с [6] кабельные сети системы пожаробезопасности должны выполняться огнестойкими кабельными линиями. Кабельные линии необходимо проложить в металлорукавах по несгораемым конструкциям отдельно от кабелей слаботочных и силовых систем. Огнестойкость кабельных линий нормируется в [3].

По актуальной нормативной документации [7] система пожаробезопасности должна сохранять работоспособность в случае отказа питания на период:

- 24 часа в дежурном режиме;
- 1 час в аварийном режиме.

Резервное питание необходимо осуществить от автономного источника, например, аккумуляторной батареи. Информация об уровне заряда и наличии питания на аккумуляторной батарее должна поступать на пульт диспетчера.

Данным требования удовлетворяет продукция компании НВП "Болид".

Структурная схема оборудования компании Болид представлена на рисунке 6

Противопожарные системы НВП”Болид” бывают двух видов:

-адресные;

-аналоговые.

Адресные системы позволяют с более высокой точностью определить место очага пожара. Это возможно, поскольку каждому пожарному извещателю присваивается свой цифровой адрес, и в случае обнаружения им пожара, пульт управления может точно понять место нахождения очага возгорания. Для этого в каждой комнате установить минимум два пожарных извещателя одного типа, это необходимо для защиты от ложных срабатываний, поскольку сигнал пожар должен быть подтверждён от двух датчиков.

Аналоговая пожарная система не обладает такой же точностью обнаружения очага пожара, как адресная, но она существенно дешевле и проще в эксплуатации. В аналоговой системе пожарной безопасности все пожарные извещатели соединены в один шлейф и адрес имеют один адрес. Поэтому в случае возникновения пожара, система укажет только на конкретный сектор, в котором произошло возгорание. Для аналоговой системы необходимо наличие в каждом помещении трех пожарных извещателей.

Выбор между аналоговой и адресной системой осуществляется исходя из принципов целесообразности, но также присутствуют нормативные ограничения. В большинстве случаев аналоговая система применяется на маленьких объектах, не имеющих особых требований по пожарной безопасности. Поскольку в данном офисном здании присутствуют несколько этажей, а также существует инженерное оборудование, участвующее в мероприятиях по пожаротушению, в соответствии с нормативом [8], к установке принимается адресная противопожарная система.

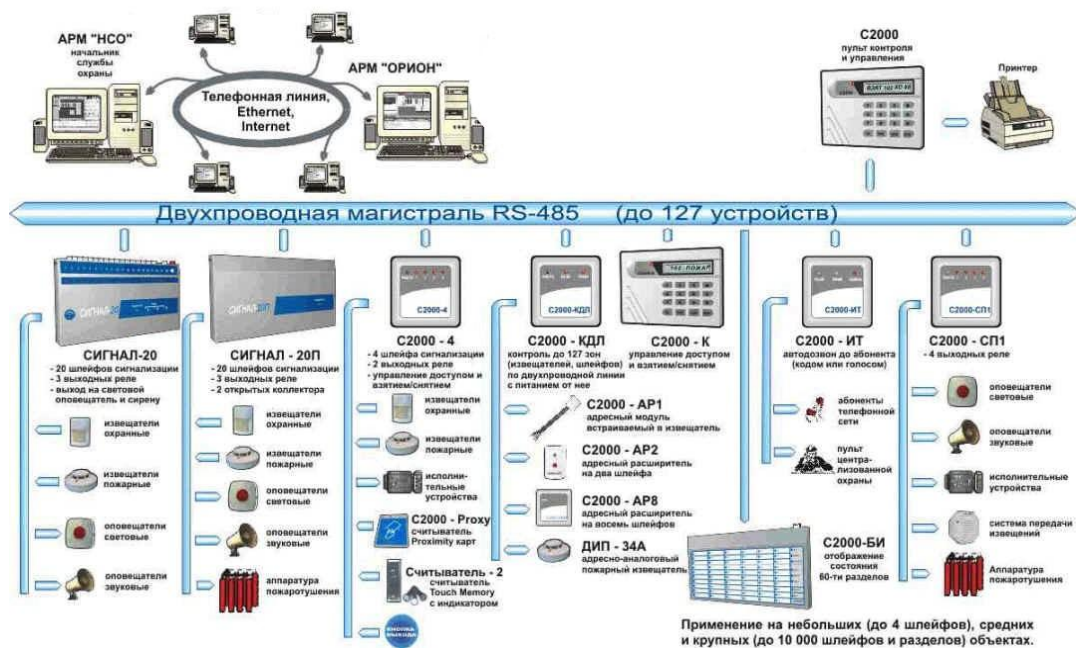


Рисунок-6 Структурная схема оборудования компании Болид

Ключевым компонентом адресной противопожарной системы автоматике НВП”Болид” является пульт управления “С2000-М”(рисунок 7). Данное устройство с определённым интервалом времени опрашивает элементы сети на наличие сигнала пожар или неисправность. Все устройства соединены между собой оптоволоконным кабелем с помощью интерфейса RS-485, данный интерфейс позволяет проводить наиболее быстрый обмен информацией. В противопожарной системе НВП”Болид” каждое устройство обладает цифровым адресом, количество адресов каждого устройства зависит от его функций. Максимальное количество адресов, подключенных к одному пульту “С2000-М” – 127. Поскольку чем больше адресов подключено к одному устройству, тем больше мощности необходимо. Поэтому рекомендуемое количество адресов на один пульт “С2000-М” – 100. Для автоматического набора номера пожарной станции моно установить блок “С2000-GSM”. Для визуализации и управления зонами защиты от возникновения пожара применяется блок “С2000БКИ”.

Всеми элементами системы можно управлять с персонального компьютера, подключенного к системе с помощью порта RS-485.

На сегодняшний день продукция НВП "Болид" является самой популярной для автоматизации противопожарных систем. Такую популярность НВП "Болид" приобрела из-за большого спектра оборудования и комплексных решений, позволяющих облегчить проектирование и монтаж противопожарных систем.



Рисунок 7-Пульт управления пожарной системой

Таблица 1 – Технические характеристики пульта управления С2000-М

Наименование параметра	Значение параметра
Количество приборов и устройств ИСО «Орион», подключаемых к линии RS-485, не более	127
Интерфейс RS-485	1
Длина линии связи RS-485, не более	3000 м
Интерфейс RS-232	1
Количество устройств, подключаемых к выходу RS-232	1
Длина линии связи RS-232, не более	20 м
Количество шлейфов сигнализации и адресных извещателей, группируемых в разделы, не более	2048
Количество управляемых в автоматическом режиме релейных выходов, не более	256
Количество разделов, не более	511
Объем журнала событий	8000
Напряжение питания	от 10,2 до 28,4 В
Средний ток потребления в дежурном режиме при напряжении питания 24 В	35 мА
Максимальный ток потребления в тревожном режиме при напряжении питания 24 В	65 мА
Рабочий диапазон температур	от минус 10 до +55 °С
Масса, не более	0,3 кг

Также в России применяется продукция компании «Плазма-Т». Структурная схема противопожарной автоматики компании «Плазма-Т» представлена на рисунке 8.

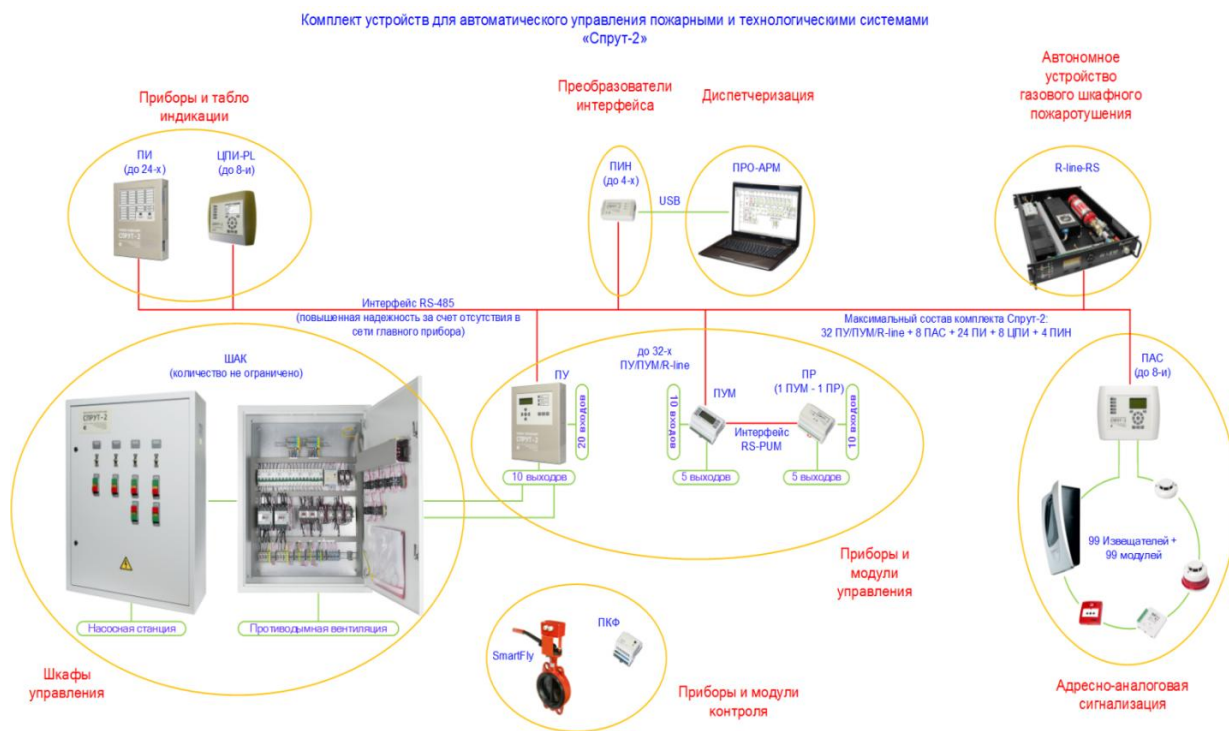


Рисунок 8- Структурная схема оборудования компании Плазма-Т

Таблица 2 – Технические характеристики пульта управления ЦПИ-PL

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальное количество ЦПИ в сети RS-485	8
Скорость обмена по интерфейсу RS-485	9600 бит/сек
Сигнализация	световая, звуковая, ЖКИ графический
Сигнальные контакты: «Пожар», «Внимание», «Авария», «Автоматика отключена».	3 реле. Нормально разомкнутые контакты
Энергонезависимая память	1024 события
Количество групп	64
Электропитание	11 ÷ 28,5 В ($\leq 2,0$ Вт)
Диапазон рабочих температур	от -10°C до $+55^{\circ}\text{C}$
Масса	не более 1,0 кг

Принцип работы противопожарной системы, собранной на оборудовании компании “Плазма-Т” схож с системой, собранной на продукции ”Болид”.

Роль центрального пульта управления выполняет прибор ЦПИ-PL. Также имеется возможность интеграции с оборудованием компании Болид.

Основное преимущество компании "Болид" является более комплексный подход к системе противопожарной автоматики. Например, по нормативам для систем пожарной автоматики необходимо резервирование питания с обязательным контролем целостности цепи и заряда аккумуляторных батарей. В ассортименте компании "Болид" имеется шкаф ШПС-12/ШПС-24, данный шкаф имеет встроенные в него аккумуляторные батареи, оснащенные всей необходимой автоматикой для контроля заряда и целостности цепи. Необходимо только подобрать ёмкость аккумуляторных батарей. В продукции компании "Плазма-Т" подобного оборудования нет, и необходимо подбирать всё оборудование вручную.

Обе компании имеют заслуженную репутацию, как производители качественного и надежного оборудования. Поскольку все оборудование схоже по функциям и программированию возможно комбинирование продукции данных компаний.

К наиболее популярным импортным системам противопожарной автоматики можно отнести продукцию компании Siemens. Структурная схема противопожарной системы Siemens представлена на рисунке 9.

Главным управляющим устройством в противопожарной системе Siemens является пожарная панель FC2020. Данное устройство способно осуществлять:

- управление системой пожаротушения;
- управление системой оповещения и эвакуации людей при пожаре;
- подача тревожного сигнала на диспетчерский пульт;
- хранение истории операций;
- мониторинг электропитания устройств пожаробезопасности.

Ключевое отличие системы противопожарной системы Siemens от отечественных аналогов, заключается в большем количестве функций у приёмно-контрольных устройств. То есть в системе Siemens одно устройство выполняет одновременно функции:

- пульта управления;
- приёмно-контрольного устройства;
- поста индикации;
- пускового устройства.

В отечественных аналогах все эти функции выполняют отдельные устройства.

Основным недостатком системы пожарной защиты Siemens является их стоимость. Поэтому данные системы, чаще всего, применяют для создания единой системы управления пожарной безопасностью на больших объектах, которые включают в себя несколько отдельно стоящих зданий или зданий огромной площади. Также системы Siemens удобно применять в условиях, в которых отсутствует возможность установки большого количества оборудования.

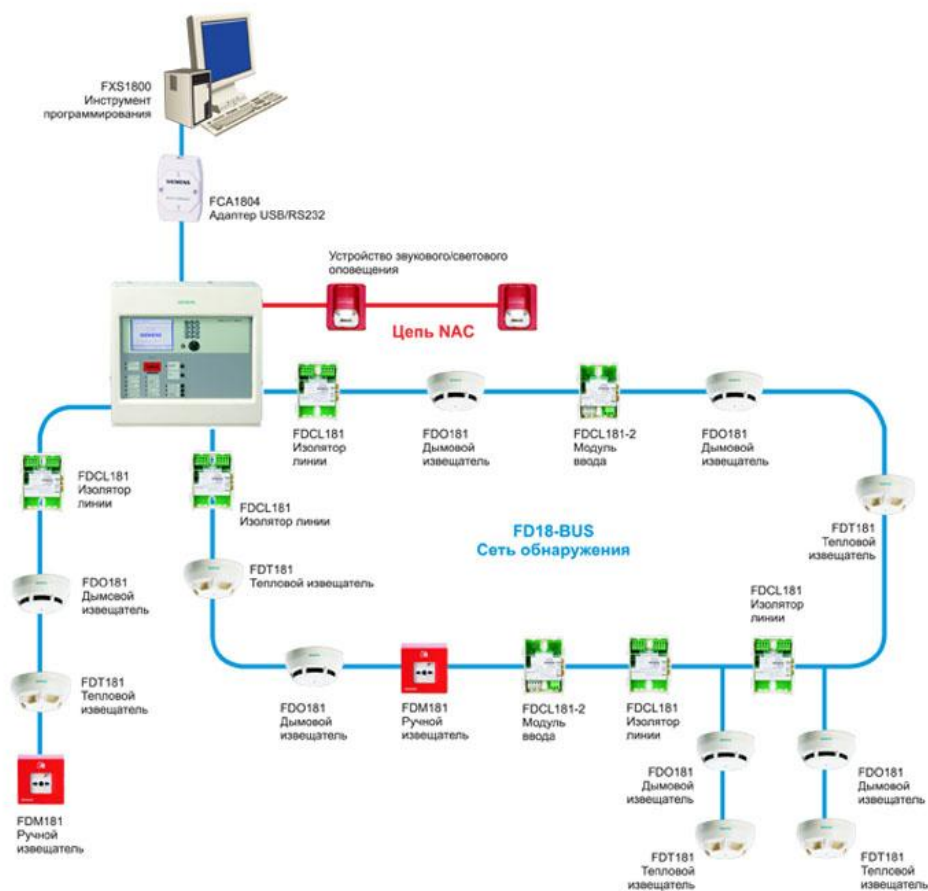


Рисунок 9- Структурная схема противопожарной системы Siemens

Таблица 3 – Технические характеристики пожарной панели FC2020

Наименование параметра	Значение параметра
Основное напряжение	85... 265 В
Источник питания	70 Вт
Управляющие напряжение	21... 28.6 В
Управляющий ток	макс. 2.5 А
Кол-во адресов	2 x 12 В, 7... 12 Ач
Места для подключений интерфейсов RS232, RS485	2
Enternet подключение RJ45	1
Рабочая температура	-8... +42 °С
Размеры (W x H x D)	430 x 398 x 160 мм

Проанализировав представленных производителей к установке в данном офисном здании предпочтение отдаётся системе противопожарной защиты фирмы Болид.

2.2 Оборудование автоматизации системы защиты от протечек

Сегодня протечки труб водоснабжения и канализации наносят огромный ущерб общественной собственности. Своевременно предугадать возникновение протечки практически невозможно, но автоматизация системы защиты от протечки труб поможет снизить ущерб.

К наиболее бюджетным системам защиты от протечек можно отнести продукцию компании “Sapsan”(рисунок 10). Система защиты от протечки компании “Sapsan” состоит из датчиков попадания воды и GSM модуля, который при попадании воды на датчик автоматически посылает СМС с уведомлением на выбранный номер.

Центральным пультом управления в данной системе является блок sapsan gsm pro4. Данный блок осуществляет связь по проводной или беспроводной сети со всеми датчиками в системе защиты от протечек. У блока имеются

релейные выходы для управления исполнительными устройствами. Блок необходимо установить в точке с наличием мобильной связи.

При получении сигнала “протечка” от одного из датчиков влажности система подаёт звуковой сигнал “Тревога”.

В статье [27] изложены основные недостатки применения беспроводных датчиков, поэтому к установке в данном офисном здании подходят проводные датчики.

Достоинствами данной системы является низкая цена и лёгкость в эксплуатации.

К недостаткам можно отнести низкую надёжность, так как требуется постоянно следить за состоянием установленной SIM-карты и наличием приёма сигнала мобильной сети.



Рисунок 10-Система защиты от протечек “Sapsan”

Таблица 4 – Технические характеристики Sapsan GSM Pro 4

Наименование параметра	Значение параметра
Количество номеров дозвона	5
Количество номеров SMS-оповещения	3
Количество беспроводных зон (радиоразделов)	8
Количество проводных НЗ/НО зон (ШС)	2
Напряжение питания	220 В

К более дорогим и надежным системам защиты от протечек можно отнести оборудование компании “Neptun” (рисунок 11)



Рисунок 11-Система защиты от протечек NEPTUN AQUACONTROL

Таблица 5 – Технические характеристики NEPTUN AQUACONTROL

Наименование параметра	Значение параметра
Способ передачи сигнала датчиками	Проводной
Питание	220 В
Максимальное количество кранов	6
Максимальное количество датчиков	2
Время закрытия крана	18с
Нормативное давление	16 бар
Крутящий момент	8 Нм

Продукция компании “Neptun” отличается высокой надежностью. Так же есть возможность установить автоматические задвижки на подающих водопроводах. При поступлении на блок управления сигнала протечки, блок автоматически закрывает подачу воды в здание, тем самым предотвращая нанесение экономического ущерба.

Управление системой защиты от протечек “Neptun” можно выполнить с помощью контроллера. У данного контроллера имеется функция интеграции с компьютером, а также подача тревожного сигнала на диспетчерский пункт.

Проанализировав представленные системы защиты от протечек, к установке принимается система фирмы “Neptun”, поскольку данные системы защиты от протечек надёжнее, а также имеется возможность интеграции с персональным компьютером.

2.3 Оборудование автоматизации питающих сетей здания

Сегодня наиболее частой причиной возникновения пожаров является замыкание проводки. Это происходит из-за многих причин: плохой монтаж кабельных сетей, их износ и несоответствующие условия эксплуатации. Установка микропроцессорных распределительных шкафов позволяет снизить вероятность возникновения пожара по вине электропроводки до 0[23].

Для промышленных предприятий идеально подходит умный щит Smart Panel компании “schneider electric”(рисунок 12).

Данный щит полностью интегрирован со всеми операционными системами, что позволяет своевременно получать всю информацию с любого устройства.

Основные функции щита Smart Panel:

- 1) Для продления срока службы кабельных сетей данный щит в автоматическом режиме распределяет нагрузку по фазам;
- 2) Для обеспечения защиты от короткого замыкания данный щит постоянно проверяет проводку на наличие искрения, при его обнаружении линия автоматически отрубается;
- 3) в данный щит встроена система ОПН для защиты от удара молнии;
- 4) в щите имеется система проверки качества электроэнергии.



Рисунок 12- Микропроцессорный щит Smart Panel

Поскольку данное оборудование является высокотехнологичным и сложным в плане монтажа, то технические характеристики подбираются в зависимости от потребностей конкретного здания.

К основным преимуществам данного щита можно отнести то что он поставляется комплектно и не требует дополнительных настроек при монтаже.

Для жилых зданий, использующих систему умный дом существуют бюджетные версии умных шкафов. Они так же имеют возможность управлять электропотреблением с ПК и мобильного устройства, но они ограничены по возможности установки групповых автоматических выключателей.

В данном офисном здании присутствуют системы, перебой в электропитании которых может привести к нарушению безопасности или привести к большим финансовым потерям, к данным системам относятся:

- система пожарной безопасности;
- система контроля и управления доступом;
- пульт центрального управления;
- сервера здания;
- система оповещения и эвакуации при пожаре;
- система охраны;
- система контроля доступа.

Данные электроприемники необходимо обеспечить электропитанием по 1й категории надежности. Для этого необходимо подключить их от устройства автоматического ввода резерва.

Устройства автоматического ввода резерва могут быть собраны на основе контакторов или с помощью контроллеров.

АВР, собранные с помощью контакторов самые простые и дешевые на данный момент. В них отсутствует функция чередования фаз, а также возможность диспетчеризации с помощью компьютера. Также при больших токах АВР на основе контроллеров занимают много места и возникает необходимость установки дополнительной вентиляции.

Сегодня всё большей популярностью пользуются АВР на основе контроллеров. Контроллеры могут обладать большим количеством функций, такими как:

- чередование фаз;
- обнаружение небаланса фаз;
- ввод резерва от генератора;
- подача команды на запуск генератора;
- связь с другими устройствами.

Контроллер способен совершать переключение с помощью подачи сигнала на моторприводы отходящих автоматических выключателей. Это позволяет использовать АВР на основе контроллеров при больших токах. Пример контроллера изображен на рисунке 13.

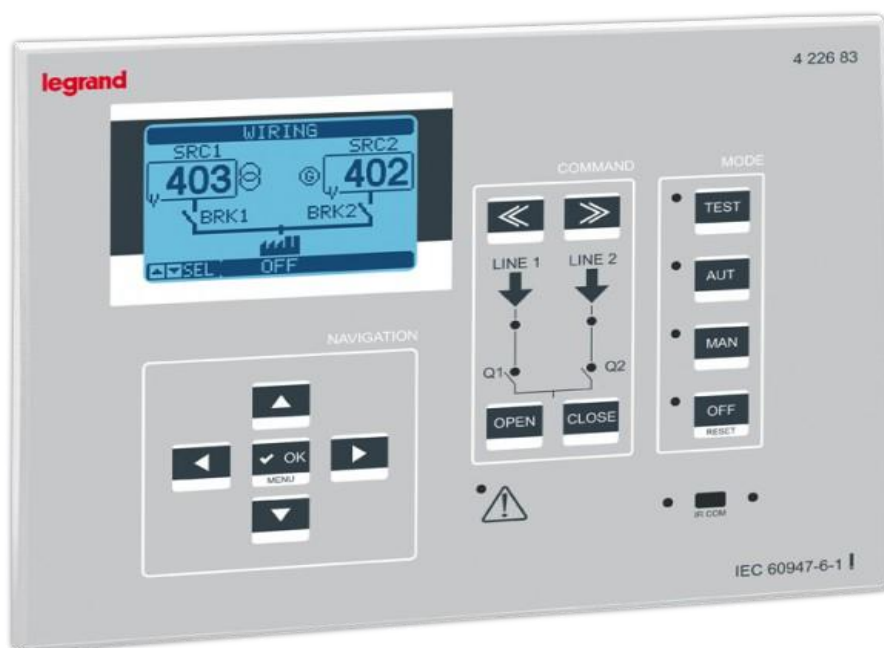


Рисунок 13- Контроллер АВР

Поскольку отсутствует необходимость включения генератора, при небольших токах контроллер АВР можно заменить на реле напряжения. Реле

напряжения управляют контакторами для переключения нагрузки. Современные реле напряжения обладают теми же функциями, что и контроллер АВР. Схема АВР на реле напряжения представлена на рисунке 14.

Отечественные аналоги подобного оборудования отсутствуют, поэтому выбор будет производиться между продукцией двух зарубежных компаний Schneider Electric[19] и Legrand[18].

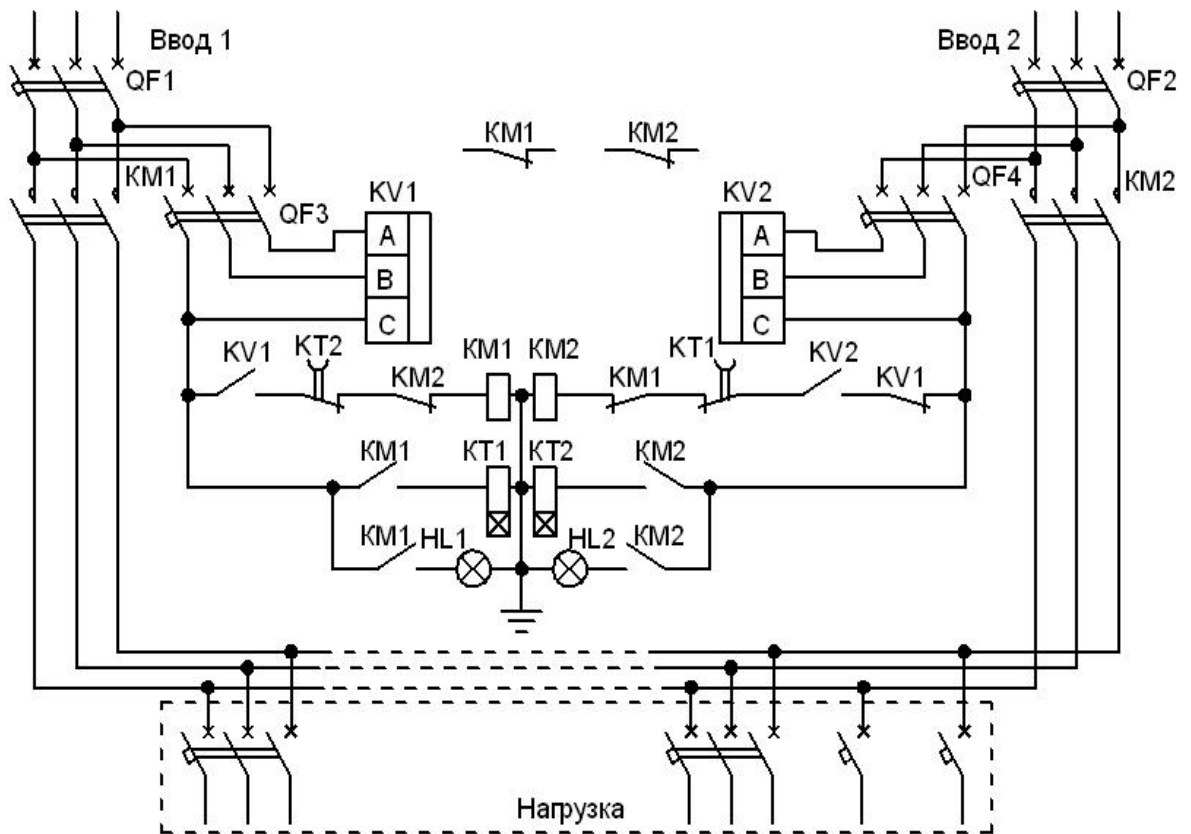


Рисунок 14- Схема АВР на реле напряжения

Оборудование данных компаний имеют схожие функции и ценовую категорию, поэтому выбор будет произведён исходя из доступности

необходимого оборудования. Фирма Legrand имеет официальное представительство в Самарской области и склад готовой продукции, поэтому к установке принимается оборудование фирмы Legrand.

2.4 Оборудование автоматизации систем отопления и горячего водоснабжения

Современные системы автоматизации систем отопления и горячего водоснабжения представляют собой совокупность оборудования, полностью управляемого с помощью специального контроллера. Данный контроллер с помощью наружного датчика температуры определяет максимально оптимальную температуру воды, участвующую в системе отопления. Также контроллер отображает информацию о состоянии оборудования, что помогает предотвратить критическую ситуацию.

Несмотря на установку контроллера для управления отоплением и горячим водоснабжением, необходимо предусмотреть устройства для управления котельной при неисправности контроллера. Для этого необходимо оснастить все регулирующие клапаны моторприводами с возможностью плавного ручного регулирования. Также потребуется установка датчиков температуры на основных трубопроводах. В случае поломки контроллера выставлением необходимых параметров будет заниматься ответственный персонал.

Поскольку отечественных аналогов оборудования с подходящими функциями нет выбор оптимального прибора управления будет произведён между оборудованием двух иностранных фирм.

Большую популярность в России приобрели контроллеры серии ECL comfort 310 фирмы Danfoss. Данный контроллер имеет выходы Ethernet и Modbus для коммуникации с другим оборудованием. Программирование данного контроллера происходит с помощью специальных ключей

программирования, которые подбираются исходя из требуемых функций контроллера.

К недостаткам данного контроллера можно отнести отсутствие возможности подключения управления газовой горелкой. Поэтому управление газовой горелкой можно произвести только с собственного контроллера горелки.

Контроллер ELC 310 изображен на рисунке 15.



Рисунок 15- Контроллер ELC 310

Таблица 6 – Технические характеристики контроллера ELC 310

Наименование параметра	Значение параметра
Температура окружающей среды	от 0 до 55 °С
Количество входов	10
Цифровой вход	до 12 В
Аналоговый вход	от 0 до 10 В
Мин. период резервирования времени и даты	72 часа
Резервирование настроек и данных	Флэш-память

Также для котельной офисного здания подходит контроллер vitotronic 300 фирмы Viessmann. Данный контроллер также имеет выходы Ethernet и Modbus. Ключевым отличием данного контроллера от ELC 310, является наличие возможности управления котлом и автоматического перехода на газ. Но для данного контроллера не предусмотрены специальные ключи программирования, поэтому вводом оборудования в эксплуатацию должен заниматься специально обученный персонал, имеющий опыт работы с данным прибором.

Из всего представленного оборудования наиболее подходящим для установки в котельной данного офисного здания, является контроллер vitotronic 300 фирмы Viessmann, поскольку данная котельная не рассчитана на постоянное пребывание в ней обслуживающего персонала, поэтому критическое значение имеет объем информации, которую способен передать, контроллер центральный пункт управления офисным зданием. Контроллер vitotronic 300 имеет возможность подключения большего спектра оборудования, поэтому к установке принят этот контроллер.

Поскольку данная котельная не приспособлена для постоянного пребывания обслуживающего персонала, то в соответствии с нормативным документом [], возникает необходимость установки системы диспетчеризации и управления котельной из диспетчерского пункта.

В диспетчерский пункт должна поступать информация о:

- работе оборудования;
- аварии оборудования;
- давлении в котле;
- температуре циркулирующей воды;
- превышении уровня метана в помещении;
- превышении уровня углекислого газа в помещении;
- сигнал пожар;
- положении газотсечного клапана;

- о количестве дизельного топлива в баке;
- о виде применяемого топлива.

Поскольку принятый к установке контроллер vitotronic 300 не способен отобразить всю необходимую информацию, потребуется установка дополнительного оборудования.

Наиболее подходящим для удовлетворения данных требований является комплектный шкаф управления и диспетчеризации. Данные шкафы комплектуются индивидуально, в соответствии с техническими задачами каждой отдельной котельной, поэтому производитель оборудования исходя из экономической целесообразности.

Шкаф управления и диспетчеризации представляет собой металлический бокс, на передней панели которого установлены световые индикаторы и устройства управления оборудованием. Данный шкаф необходимо установить в комнате с постоянным пребыванием технического персонала или на посту охраны.

2.5 Оборудование автоматизации системы вентиляции офисного здания

Современный рынок устройств для автоматизации систем вентиляции в офисных и общественных зданиях представляет огромный спектр устройств. Основное отличие этих устройств состоит в их функциях и принципах работы. Самые дорогостоящие способны выбирать оптимальный режим работы вентиляционного оборудования в зависимости от температуры, влажности, а также количества людей, находящихся в здании. В большинстве случаев подобные системы представляют собой сеть из шкафов автоматизации и коммутации каждой вентиляционной установки в здании, соединённых с помощью специальных преобразователей с компьютером. На компьютере устанавливается специальная SKADA-программа, позволяющая получать информацию и управлять всеми вентиляционными системами в здании.

Построение скада-модели происходит индивидуально для каждого объекта проектирования, поскольку при создании скада-модели учитываются все особенности системы автоматизации объекта. Создание скада-систем происходит в специальных программах, например, Master skada, но также существуют отечественные аналоги.

Пример программы SKADA для управления вентиляцией представлен на рисунке 16.

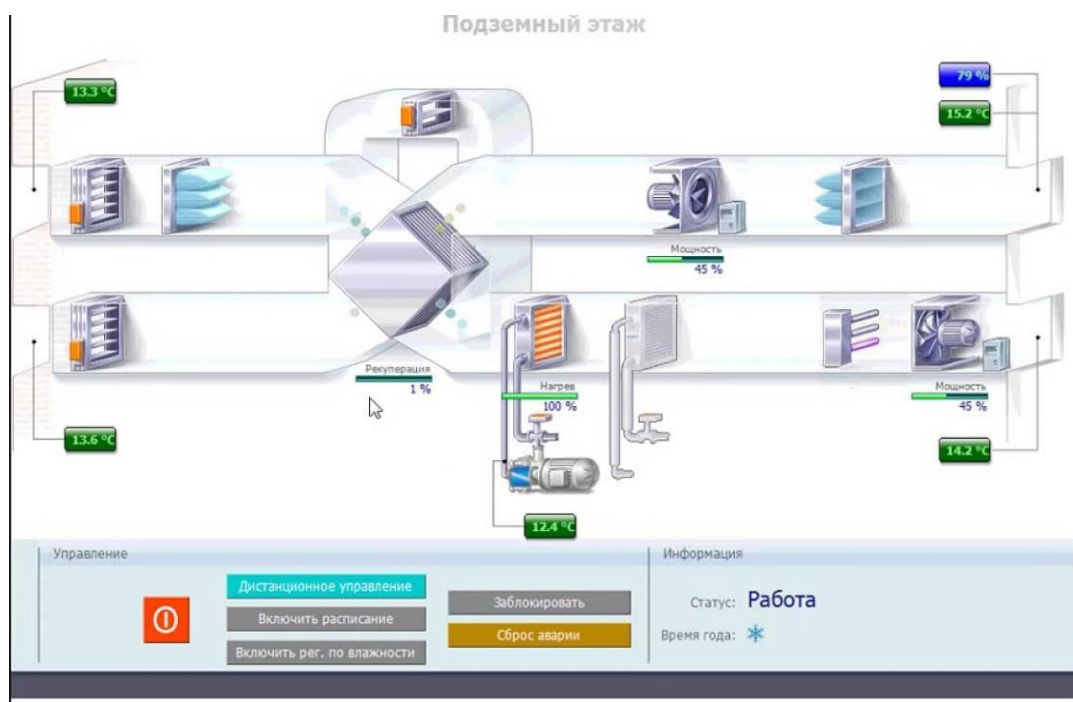


Рисунок 16- Программа для управления вентиляцией

К недостаткам данных систем можно отнести необходимость полной замены контроллеров системы вентиляции, поскольку для интеграции с компьютером необходимо наличие у контроллеров специальных интерфейсов. Также возникает необходимость наличия в офисном здании обученного персонала.

К более простым и дешевым устройствам для управления вентиляцией в офисном здании можно отнести программируемые таймеры. Данные устройства позволяют настроить время работы вентиляционного оборудования в зависимости от времени работы самого офисного здания. Например, рабочая

смена в офисном здании начинается в 8 утра, а заканчивается в 17:00. За полчаса до начала рабочей смены система вентиляции переходит в режим “Проветривание”, в этом режиме все вентиляционные системы работают на максимальной мощности, чтобы создать в офисном здании комфортные условия, после система вентиляции переходит в режим “Работа”, в этом режиме все элементы вентиляции управляются в ручном режиме, их включение происходит по желанию персонала. После 17:00 система вентиляции переходит в спящий режим, в этом режиме все вентиляционные установки не активны. Поскольку количество оборудования, которое можно подключить к данному контроллеру ограничено, необходима установка индивидуальных контроллеров для каждой системы вентиляции.

Данный контроллер ПР200, фирмы Овен, представляет собой программируемое реле. В данном реле предусмотрен интерфейс RS-485 для связи с другим оборудованием. В реле предусмотрен таймер реального времени, с помощью которого будет проводиться выбор соответствующей программы.

Программирование может осуществляться либо с самого устройства, либо с помощью компьютера, на который необходимо будет установить специализированные программы.

Помимо стандартных программ, можно запрограммировать контроллер на периодическое включение малоактивных систем вентиляции или аварийных систем. Это необходимо для поддержания вентиляторов в рабочем состоянии.

Контроллер системы управления вентиляцией представлен на рисунке 17.



Рисунок 17- Контроллер системы управления вентиляцией

Таблица 7 – Технические характеристики контроллера PR200

Наименование параметра	Значение параметра
Напряжение питания дискретных входов	90...264 В
Максимальный ток дискретного входа	не более 1,5 мА
Ток «логической единицы»	0,75...1,5 мА
Ток «логического нуля»	0...0,5 мА
Уровень «логической единицы»	159...264 В
Уровень «логического нуля»	0...40 В
Гальваническая развязка	групповая по 4 входа (1-4, 5-8)
Электрическая прочность изоляции	2800 В, групповая – 1780 В
Максимально допустимый ток нагрузки	5 А при напряжении не более 250 В

К минусам данного устройства можно отнести необходимость его программирования под конкретные задачи. Также сложность в его эксплуатации, поскольку если возникнет необходимость включить вентиляцию

в период действия программы “Сон”, сделать это сможет только человек знакомый с принципами программирования данного устройства.

Из представленных систем наиболее подходящей для данного офисного здания является система на основе программы SKADA для управления вентиляцией. Данная система представляет более подробную информацию о состоянии системы вентиляции, а также позволяет свободно конфигурировать систему под нужды каждого арендатора.

2.6 Оборудование автоматизации системы газоанализа

Поскольку в данном офисном здании присутствует котельная, работающая на газе, то в соответствии с нормативными документами в данном помещении необходимо установить систему газоанализа.

Система газоанализа должна постоянно следить за содержанием взрывных и угарных газов в помещении котельной. При превышении допустимого порога система газоанализа должна автоматически отправлять сигнал:

- на отключение всего оборудования в котельной;
- на закрытие газоотсечного клапана;
- “Авария” на диспетчерский пункт.

Оборудование системы газоанализа относится к 1-й категории надежности электроснабжения. Беря во внимание, что всё оборудование котельной подключено от распределительного шкафа, имеющего как минимум две секции, которые автоматически отключаются при пожаре, в данном распределительном шкафу необходимо предусмотреть третью секцию для неотключаемого оборудования.

Для газоанализаторов необходимо наличие интерфейса RS-485, а также возможность проверки на аварию и выдача звукового сигнала.

Поскольку помещение котельной относится к категории взрывоопасности В-Iа, то всё оборудование котельной должно быть выполнено во взрывозащищенном исполнении. Категория взрывоопасности В-Iа,

предполагает наличие опасных для здоровья или взрывоопасных газов только в случае аварии, уставки срабатывания тревоги в системе должны составлять:

-20 мг/м³ по углекислому газу;

-10 % от минимального порога по детонации по метану.

К популярным отечественным газоанализаторам относится система Хоббит-Т. Данная система состоит из:

- блока индикации;
- блока коммутации;
- блока датчиков;
- блока искрозащиты.

Система Хоббит-Т представляет собой совокупность датчиков различных газов, информация с которых поступает на пульт индикации. Блок индикации производит сравнение результатов с нормативными показателями и выносит решение о состоянии системы. При превышении допустимого порога блок индикации подаёт сигнал “Тревога” по интерфейсу RS-485, также подается сигнал на блок коммутации. Блок коммутации представляет собой релейные модули, запрограммированные на определённые операции при сигнале “Тревога”. Блок коммутации не имеет достаточной степени защиты для открытой установки в котельной, поэтому его необходимо установить в отдельном шкафу.

Для установки во взрывоопасных помещениях система Хоббит-Т имеет возможность установки блоков искрозащиты. Данные блоки формируют искробезопасный сигнал для датчиков системы Хоббит-Т. Для подключения блоков искрозащиты необходимо наличие питания напряжением 24В, для этого в системе Хоббит-Т предусмотрены специальные блоки подключения нагрузки, к одному блоку подключения нагрузки можно подключить максимум 8 датчиков.

Газоанализатор Хоббит-Т изображен на рисунке 18.



Рисунок 18- Газоанализатор Хоббит-Т

Таблица 8 – Технические характеристики газоанализатора Хоббит-Т

Наименование параметра	Значение параметра
Число каналов (датчиков) на один блок индикации	до 16
Относительная погрешность измерений, %:	
- O ₂	$\pm (0,05 \cdot C + 0,2)$
- токсичные газы, %	25
- горючие газы, %	25
Время установления показаний по уровню 0,9, с, не более:	
- O ₂	20 с
- токсичные газы	30 с
- горючие газы	30 с
Напряжение питания	220, 50 Гц

Датчики углекислого газа устанавливаются у входа в обслуживаемое помещение на высоте 150-180 см. от чистого пола. Датчики метана устанавливаются на высоте 10-20см. от потолка.

Также сегодня популярна система газоанализа АВУС-КОМБИ. Данная система состоит из:

- пульта наблюдения;
- газоанализаторов;
- выносных коммутирующих устройств.

В данной системе ключевым элементом является пульт наблюдения. Пульт наблюдения постоянно собирает информацию от всех подключенных к нему датчиков, и передаёт её на компьютер через интерфейс RS-485. Также к блоку наблюдения можно подключить газоотсечной клапан и вентилятор.

К достоинствам данной системы можно отнести сравнительно не высокую стоимость, а также лёгкость монтажа.

К недостаткам можно отнести маленькую гибкость, поскольку уставки срабатывания прописаны в заводских настройках оборудования и отсутствует возможность их изменить.

Структурная схема системы газоанализа АВУС-КОМБИ представлена на рисунке 19.

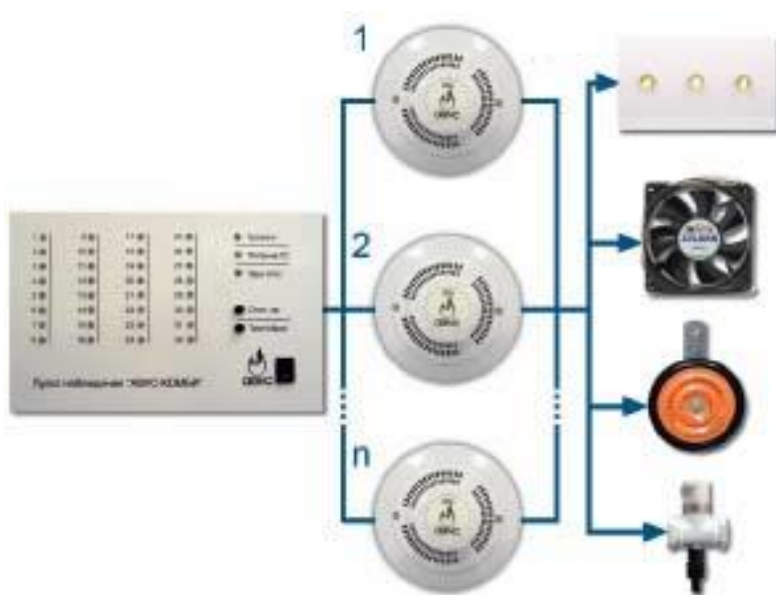


Рисунок 19 – Структурная схема АВУС-КОМБИ

Для данной котельной наиболее подходящей системой газоанализа является система Хоббит-Т, поскольку оборудование системы АВУС-КОМБИ не имеет взрывозащиты, и не может устанавливаться во взрывоопасном помещении котельной.

2.7 Оборудование автоматизации системы освещения

Одна из самых энергопотребляемых систем в офисном здании – это система освещения. Халатное отношение может привести к большим финансовым потерям. Поэтому для офисных зданий необходима установка системы автоматического управления освещением.

К наиболее популярному оборудованию для управления освещением можно отнести оборудование фирмы DALI. Данная система использует цифровой адресуемый интерфейс освещения, что позволяет регулировать интенсивность освещения в каждом конкретном помещении, в зависимости от показаний датчиков.

Структурная схема автоматизации освещения на оборудовании фирмы DALI представлено на рисунке 20.

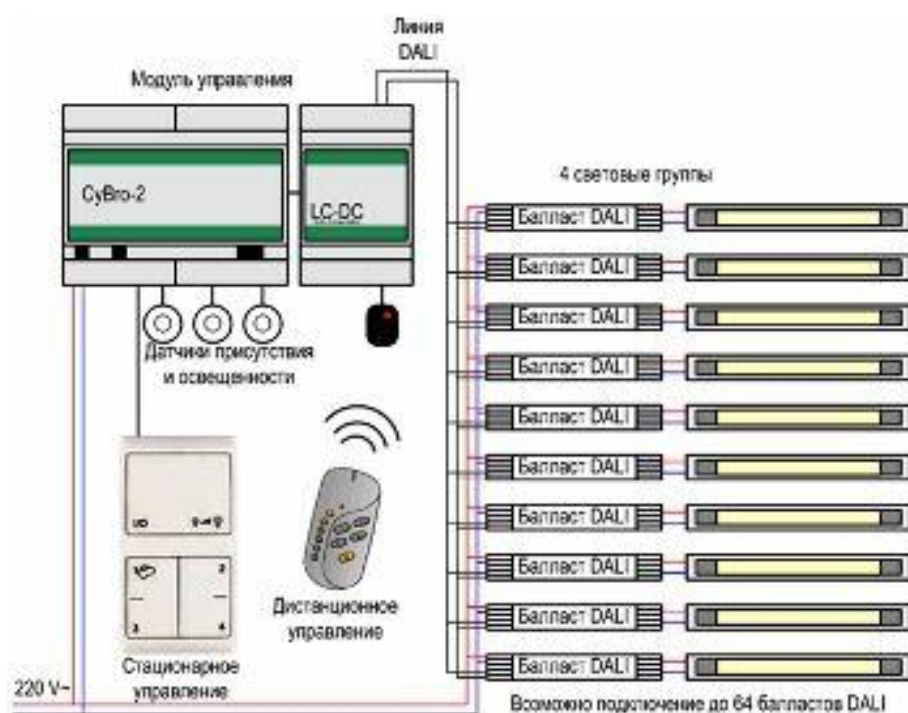


Рисунок 20- Структурная схема автоматизации освещения на оборудовании фирмы DALI

Одно устройство управления DALI может воспроизводить до 16 световых сценариев и хранить информацию о различных параметрах системы: исправность светильников, включен или выключен светильник, заданный уровень освещенности. Электронные балласты DALI автоматически находят устройство управления, при этом внутри балластов хранятся различные установки. Прежде всего это адресация устройств, световые сценарии, распределение по группам, скорости диммирования, значения мощности аварийного освещения. В составе системы DALI предусмотрено использование датчиков движения, присутствия и освещенности, что несколько расширяет функциональность устройства в целом. Благодаря этому возможно программирование световых сцен с учетом дневного освещения. Датчики движения программируются на время срабатывания до 30 минут. С помощью данного контроллера можно осуществлять мониторинг и диспетчеризацию освещения через компьютер.

Также существуют более бюджетные версии контроллеров освещения. В данных контроллерах отсутствует функция контроля освещенности и коммутация светильников происходит только с помощью датчиков присутствия или же по сигналу от ЦПУ по интерфейсу RS-485. К наиболее популярным контроллерам освещения можно отнести комнатные контроллеры фирмы Legrand. Структурная схема комнатного контроллера фирмы Legrand изображена на рисунке 21.

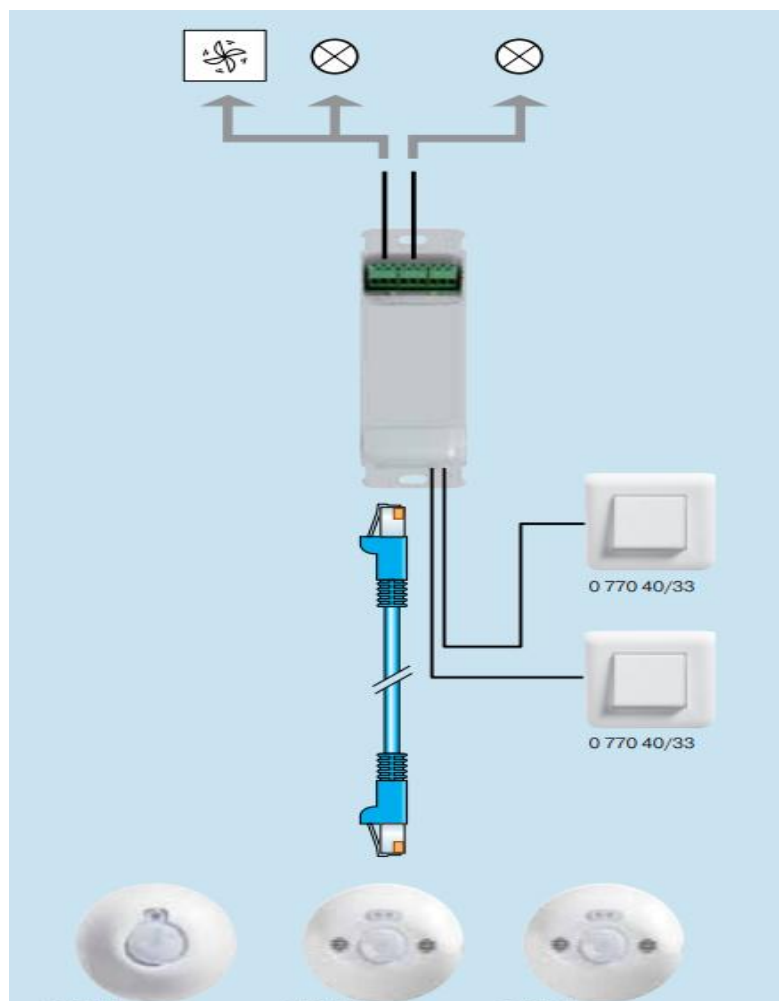


Рисунок 21- Комнатный контроллер фирмы Legrand

Как видно из структурной схемы контроллер может управляться как с помощью датчиков, так и с помощью сторонних выключателей. Связь контроллера с датчиками происходит по двухпроводной линии связи.

Основным недостатком данных контроллеров является небольшое количество групп светильников, которыми можно управлять. Поэтому для

осуществления полной автоматизации работы системы освещения необходимо устанавливать данные контроллеры в каждой комнате.

Проведя анализ представленных систем управления освещением в офисном здании можно сделать вывод, что наиболее целесообразной является система автоматического контроля освещения фирмы DALI. Данная система наиболее целесообразна, поскольку в данном офисном здании множество помещений в которых выполняются разные виды работ, и требуется разная степень освещённости. Оборудование фирмы DALI позволяет удерживать степень освещённости в заданных пределах, а в необходимом случае быстро перестроить диапазон регулирования под необходимый.

2.8 Оборудование автоматизации системы учета электроэнергии

Поскольку современные тенденции в Российской энергетике всё более приближают всех потребителей к обязательной установке интеллектуальных счетчиков электроэнергии, рекомендуется заменить устаревшие счетчики электроэнергии в данном офисном здании.

Интеллектуальный счетчик - это электронное устройство, которое регистрирует на потребление электрической энергии через интервалы в час или менее и передает эту информацию в утилиту для мониторинга и выставления счетов. Интеллектуальные счетчики обеспечивают двустороннюю связь между счетчиком и центральной системой. В отличие от домашних электрических счетчиков, интеллектуальные счетчики могут собирать данные для удаленной отчетности. Такая усовершенствованная измерительная инфраструктура (AMI) отличается от традиционного автоматического считывания показаний счетчика (AMR) тем, что обеспечивает двухстороннюю связь с измерителем. Коммуникации от счетчика к сети могут выполняться через фиксированные проводные соединения или по беспроводной сети. При использовании беспроводной сети можно выбирать сотовую связь, Wi-Fi, беспроводные сети ad-hoc, беспроводную сеть с низким энергопотреблением (LORA), ZigBee, Wi-SUN (Smart Utility Networks) и т. д. Для построения системы учета

электроэнергии с использованием интеллектуальных счетчиков, необходимо обязательное соединение их с приёмно-контрольным устройством, поскольку сами счетчики не способны выполнять все необходимые функции.

Большую популярность сегодня приобрели интеллектуальные счетчики фирмы METERUS (рисунок 22).



Рисунок 22- Интеллектуальный счетчик фирмы METERUS

Данный интеллектуальный счетчик поддерживает как проводную связь, так и связь через WI-FI.

Ключевым недостатком данного счетчика является его высокая цена. Поскольку некоторые функции данного счетчика использоваться не будут,

можно подобрать более дешевый аналог, например, Меркурий 230 AR-03 CL (рисунок 23).



Рисунок 23- Меркурий 230 AR-03 CL

Данный счетчик осуществляет передачу полной информации через проводной интерфейс RS-485. Для данного офисного здания была выбрана модель счетчика, работающая по однотарифной системе.

Для осуществления автоматического учёта электроэнергии, необходимо свести всю информацию, поступающую со счетчиков, в единый пункт, который будет осуществлять мониторинг полученной информации. К наиболее популярным системам для мониторинга показаний счетчиков электроэнергии, является система учета фирмы “Болид”.

Структурная схема системы учета электроэнергии фирмы “Болид” изображена на рисунке 24.

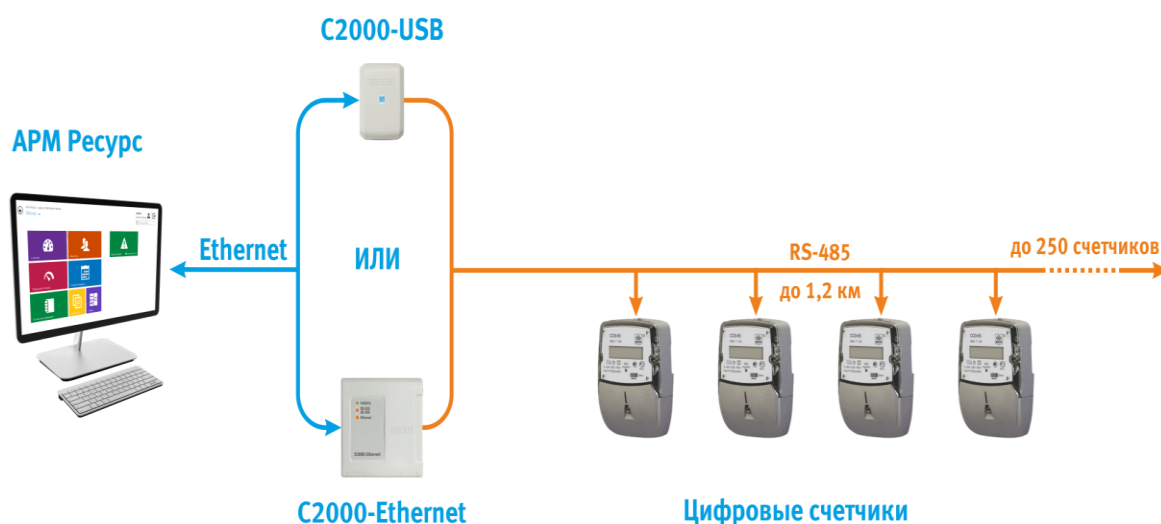


Рисунок 24- Структурная схема системы учета электроэнергии фирмы “Болид”

В данной системе информация со всех счетчиков поступает по интерфейсу RS-485 на преобразователь, а затем на центральный пульт управления.

2.9 Оборудование автоматизации системы учёта тепла

Основной статьёй коммунальных расходов офисного здания в зимний период, являются расходы на отопление. На текущий момент учёт тепла в офисном здании осуществляется со счётчика тепла, установленного на вводе горячего трубопровода в здание. При данной системе учета, стоимость отопления рассчитывалась индивидуально для каждого арендатора с учётом занимаемой им площади. При данной системе распределения возникает много противоречий, и она не является опциональной. Для решения существующих проблем идеально подходит автоматизированная система учета тепла.

Современные счетчики тепла бывают:

- Тахометрические;
- Ультразвуковые;
- Электромагнитные;
- Вихревые.

Наиболее устаревшими счетчиками являются тахометрические. Они обладают меньшей точностью, а также не могут применяться в условиях, где в воде присутствует ржавчина и другие примеси.

Наиболее подходящими для данного офисного здания, являются ультразвуковые счетчики тепла (рисунок 25).



Рисунок 25- Ультразвуковой счетчик тепла

Место установки счётчиков выбирается в зависимости от расстановки арендуемых помещений. Если в офисном здании применяется система поэтажной аренды, то счётчики тепла можно установить после ответвления от стояка на каждом этаже, если же в офисном здании применяется система секторальной аренды, то счетчик тепла рекомендуется установить на каждой батарее.

Для осуществления автоматического сбора и обработки информации, поступающих со счетчиков тепла, необходимо объединить все счетчики тепла к единому пульту диспетчеризации и управления. К наиболее популярным

системам для управления и диспетчеризации счётчиков учета тепла, относится оборудование фирмы “Болид” (рисунок 26).

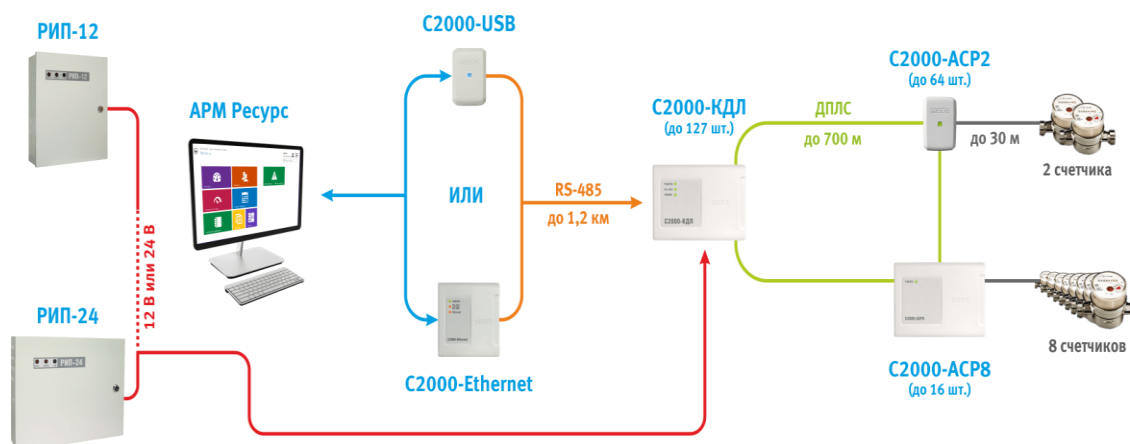


Рисунок 26- Структурная схема системы учета тепла фирмы “Болид”

Для подключения данных счетчиков необходимо будет использовать контроллер двухпроводной линии связи. В данной системе каждый счётчик имеет свой собственный адрес, что позволяет смотреть состояние каждого прибора.

Для больших объектов также существует возможность связи счётчиков с системой учета путём Wi-Fi соединения. Для данного офисного здания такая система не является экономически целесообразной.

2.10 Программное обеспечение для системы учета

Для работы с информацией, поступающей от различных счетчиков, установленных в данном офисном здании, необходимо установить на центральный пульт управления соответствующее программное обеспечение.

При использовании продукции компании “Болид” данная программа называется АРМ "РЕСУРС". Данная программа сертифицирована как средство измерения. Основные функции данной программы:

- личный кабинет;
- абсолютные показания счетчиков;
- история потребления ресурсов;

- история выписки и оплаты квитанций;
- графики потребления ресурсов;
- оплата квитанций через интернет.

Всё пользователи программы АРМ "РЕСУРС" имеют индивидуальный код доступа, позволяющий использовать строго определённые функции. Система также позволяет избирательно воздействовать на должников путем введения частичного или полного отключения от потребления ЖКУ. Даная программа покупается отдельно для каждого потребителя и не имеет абонентской платы.

Пример программы АРМ "РЕСУРС" изображен на рисунке 27.

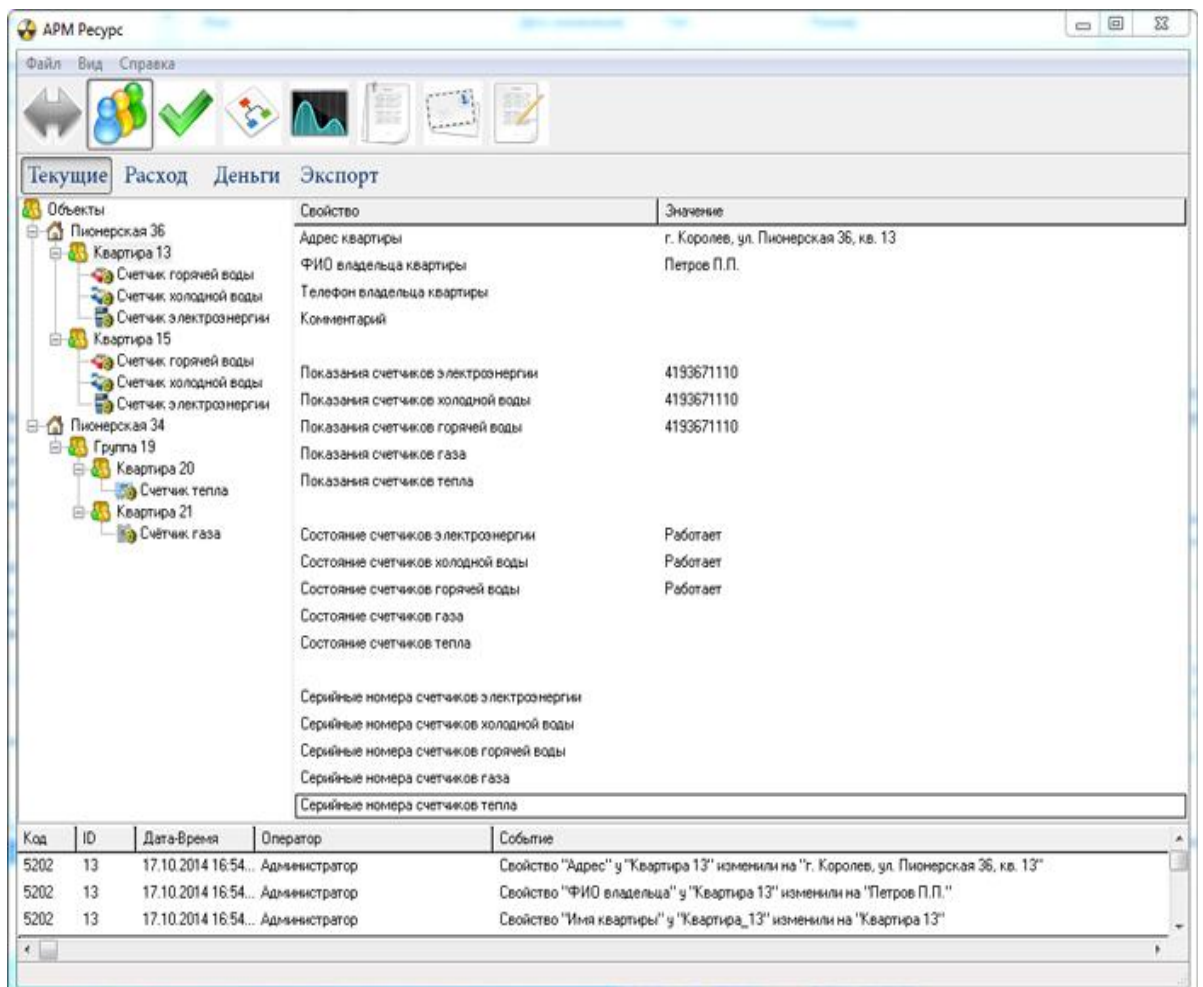


Рисунок 27- Программа АРМ "РЕСУРС"

К аналогичным программам можно отнести LanMon. Комплекс программ Сервер LanMon предназначен для организации сетевых информационных измерительных систем коммерческого учета тепла, воды, электроэнергии, систем мониторинга состояния приборов учета, систем диспетчерского контроля и управления. Также данная программа позволяет управлять различным техническим оборудованием в офисном здании. Пример программы автоматического учета LanMon 3 изображен на рисунке 28.

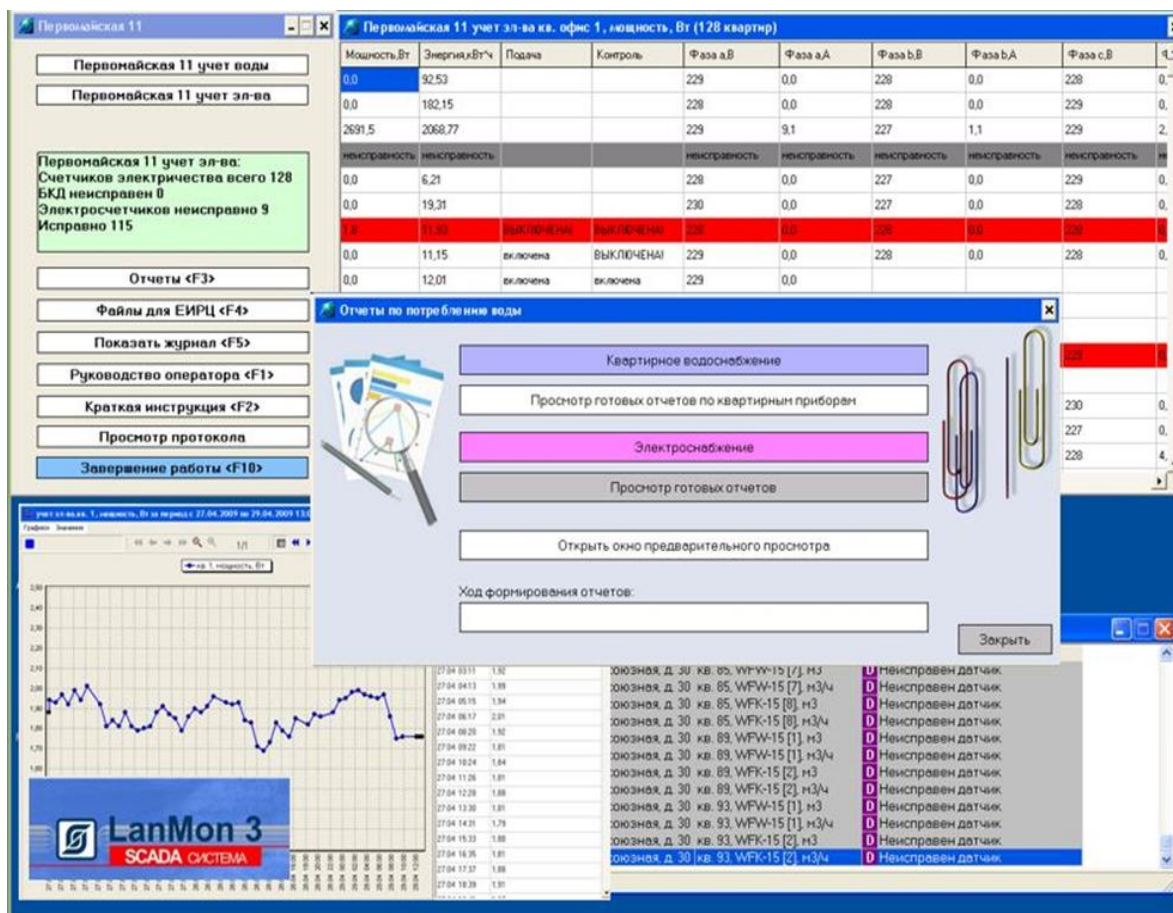


Рисунок 28 - Программа по учету электроэнергии LanMon 3

Проведя анализ представленных программ для учета энергоресурсов, можно сделать вывод, что наиболее подходящей программой является АРМ "РЕСУРС" фирмы Болид. Данная программа проще в настройке, а также удобнее для арендаторов, поскольку предоставляет информацию в более подробном виде. Также удобной является функция автоматической оплаты квитанции из личного кабинета пользователя.

2.11 Автоматизация системы оповещения и эвакуации людей при пожаре

В соответствии с нормативными документами [6], данное офисное здание относится к 3-й категории СОУЭ. Для 3-го типа СОУЭ необходимо организовать речевое оповещение с разделением для каждой зоны, также обслуживающему персоналу должны приходиться точные инструкции с указанием необходимых действий.

Данным требованиям удовлетворяет продукция компании Inter-M [22]. Для подключения СОУЭ 3-го типа применяется блок оповещения и контроля линии SC-05EM. Основные функции данного блока:

- 5 зон оповещения суммарной мощностью 240 Вт;
- раздельная регулировка громкости для каждой зоны;
- различные сценарии эвакуации;
- контроль линий громкоговорителей;
- цифровой модуль тревожных сообщений;
- установка приоритетов для различных источников сигнала;
- организация громкоговорящей связи через мини АТС (внешний пейджинг);
- возможность фоновой трансляции музыкальных программ;
- подключение 2-х микрофонных консолей RM-05;
- подключение систем охранно-пожарной сигнализации (ОПС);
- управление внешними устройствами через тревожные выходы;
- резервное питание от внешних аккумуляторов.

Передача речевых сообщений возможна с настольного микрофона RM-01 или с удаленных микрофонных консолей RM-05. В качестве источника сигналов для музыкальной трансляции звуковых программ в фоновом режиме используется встраиваемый модуль PAM-MPM4 или компьютер (ноутбук). Все оборудование монтируется в аппаратный шкаф PR-231A. Полезная емкость

шкафа предусматривает возможность установки 2-х аккумуляторов для резервного питания, например, 12В/65 Ач.

Для оповещения используются громкоговорители SWS-03(I/B) Inter-M мощностью 3 Вт. Для наружного оповещения используются громкоговорители HS-30 Inter-M.

Структурная схема оповещения оборудования фирмы Inter-M представлена на рисунке 29.

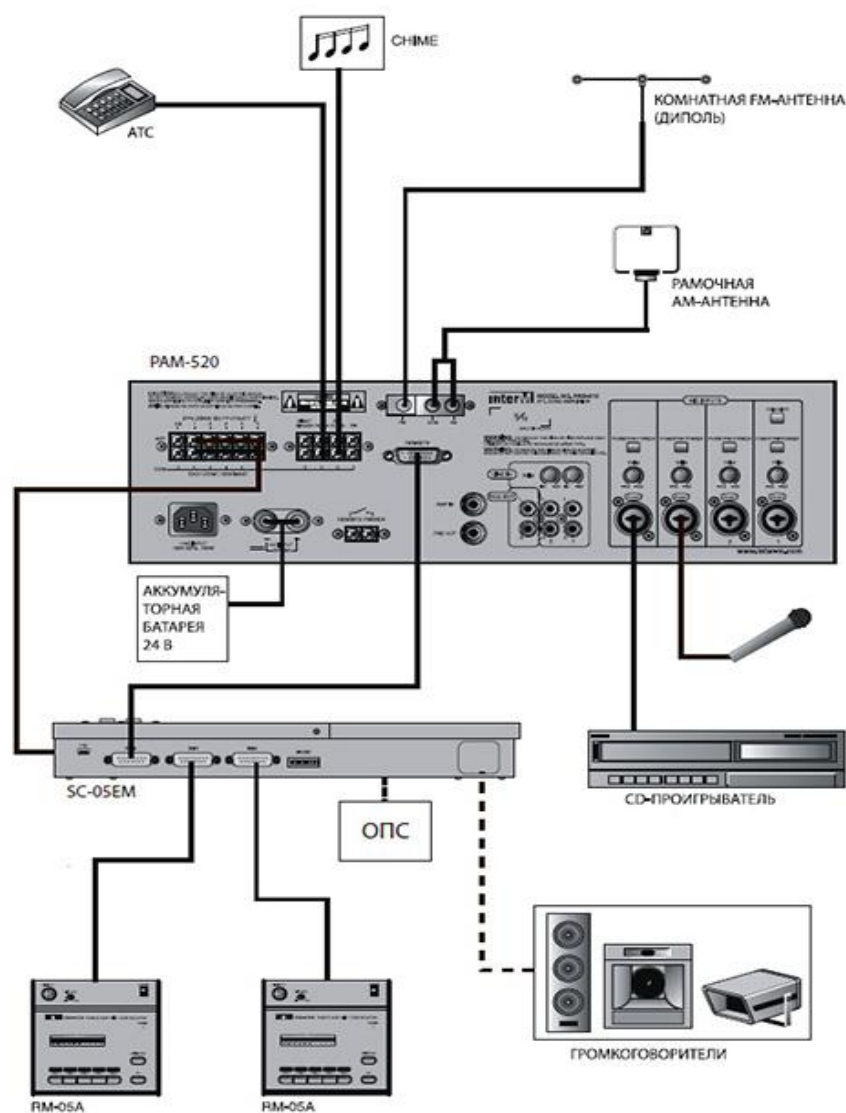


Рисунок 29- Структурная схема оповещения оборудования фирмы Inter-M

Для светового обозначения аварийных выходов и путей эвакуации предусматриваются световые табло. Световые табло должны быть постоянно горящими, или автоматически включаться при сигнале пожар. Все световые

указатели необходимо проверять в автоматическом режиме на работоспособность, а также на наличие питания.

В помещениях, где возможно пребывание маломобильных групп населения необходимо установить стробоскопические оповещатели, сочетающие в себе как световую, так и звуковую индикацию пожарной тревоги.

Наиболее популярной в России системой для контроля системы светового оповещения является продукция компании Болид.

Структурная схема системы светового оповещения фирмы болид представлена на рисунке 30.



Рисунок 30- Структурная схема системы светового оповещения фирмы болид

Данное оборудование осуществляет питание всех световых оповещателей по линии с напряжением 24В. Вся информация о состоянии световых оповещателей хранится в ПКУ-С200М.

К недостаткам данной системы можно отнести отсутствие сетевых адресов у каждого светового оповещателя, что не позволяет точно определить неисправный участок в случае аварии[28].

2.11 Выводы ко второй главе

Из результатов проведённого сравнения, можно сделать вывод, что современный рынок оборудования для автоматизации инженерных систем предлагает огромный спектр товаров.

При выборе необходимо руководствоваться техническими особенностями объекта, а также экономической целесообразностью, ведь основные экономические затраты, от внедрения систем автоматизации, уходят на закупку оборудования.

Также не маловажным фактором при выборе оборудования является его доступность, а также техническая поддержка при проектировании и обслуживании. Поэтому при схожих функциях, стоит отдавать предпочтение отечественному производителю оборудования. При этом оборудование должно иметь все необходимые сертификаты соответствия и экологической безопасности.

3 Оценка показателей эффективности от внедрения систем автоматизации

В современном мире одно из основных значений имеет рациональное расходование экономических ресурсов. Современные нормативы по экологическим нормам также диктуют политику сокращения потребления энергоресурсов. Все эти факторы демонстрируют необходимость структурного и технического переоснащения современных общественных зданий.

Наилучшим решением для удовлетворения всех требований, предъявляемым к собственникам общественных и офисных зданий, является внедрение системы автоматизации и управления инженерным оборудованием.

Для максимальной оптимизации расходов необходима разработка грамотного проекта, который будет учитывать все технические особенности объекта проектирования, а также возможные издержки при эксплуатации оборудования.

Современные системы автоматизации имеют существенный недостаток – это цена. Определить точную стоимость от внедрения автоматизации затруднительно, поскольку она включает в себя не только проектирование, но и монтаж всего оборудования.

Для наилучшего обоснования внедрения систем автоматизации является улучшение экономических показателей. Для более наглядной экономии от внедрения систем автоматизации необходимо провести экономический анализ здания до и после внедрения систем автоматизации.

Экономический эффект от внедрения систем автоматизации не имеет прямого воздействия на экономические показатели офисного здания, поскольку сами системы автоматизации прибыли не приносят, они лишь помогают экономить на издержках либо избежать их.

Экономический эффект от внедрения систем автоматизации состоит из двух основных частей, это:

- Экономия за счет повышения производительности труда управляющего персонала.

- Экономия за счет снижения потребления энергоресурсов.

Годовая экономия \mathcal{E}_p складывается из экономии эксплуатационных расходов и экономии в связи с повышением производительности труда пользователя. Итого:

$$\mathcal{E}_p = \mathcal{E}_{\text{эк}} + \mathcal{E}_{\text{пр}} , \quad (1)$$

где:

\mathcal{E}_p - годовая экономия;

$\mathcal{E}_{\text{эк}}$ – годовая экономия от снижения эксплуатационных;

ΔP - экономия от повышения производительности труда.

3.1 Расчет эксплуатационных расходов до и после внедрения системы автоматизации

В состав эксплуатационных расходов входят:

- расходы на содержание персонала;
- расходы на энергоресурсы;
- расходы на содержание здания;
- прочие расходы.

Экономия за счет снижения потребления энергоресурсов зависит от многих факторов. Основным фактором является цена на энергоресурсы в конкретных регионах страны, поэтому экономическая эффективность может сильно варьироваться в зависимости от конкретного региона.

Благодаря системе автоматизации продолжительность отопительного сезона может варьироваться, в зависимости от пожеланий владельца здания. Для экономического расчета будет применена нормативная длина отопительного периода 8 месяцев и 10 дней.

Для определения экономической эффективности от снижения потребления энергоресурсов будет произведено сравнение энергопотребления здания до и после внедрения систем автоматизации. Для расчета будут

применены тарифы на энергоресурсы, действующие в Самарской области с 1 января 2018 года по 30 июня 2018 года. Расчет произведен в таблице 9.

Таблица 9 – расчет потребления офисного здания

Наименование	Потребление за год до внедрения автоматизации	Потребление за год после внедрения автоматизации	Цена за единицу, руб.	Выгода, руб. /м ²
Электроэнергия	430кВт*ч/м ²	301кВт*ч/м ²	2,69	347
Отопление и ГВС	0,44 Гкал/м ²	0,264 Гкал/м ²	1443,14	254
Холодная вода	0,06 м3/м ²	0,042 м3/м ²	19,62	2

Итоговая годовая экономия Z_2 за счет снижения потребления энергоресурсов определяется по формуле:

$$Z_2 = P_{г1} - P_{г2}, \quad (2)$$

где:

$P_{г1}$ и $P_{г2}$ – стоимость потреблённых энергоресурсов до и после внедрения системы автоматизации.

$$Z_2 = 450 \text{ тыс.руб.}$$

Прочие расходы Z_3 обычно составляют 1-3% от общей суммы расходов:

$$Z_3 = 25 \text{ тыс.руб.}$$

Внедрение систем автоматизации никак не влияет на уменьшение расходов на содержание здания, поэтому данным показателем можно пренебречь.

Итого:

$$\text{ЭЭК} = 475 \text{ тыс.руб.}$$

3.2 Экономия за счет повышения производительности труда

Экономическая выгода от повышения производительности труда достигается путем уменьшения количества затрачиваемого времени на выполнение конкретных задач.

Количество штатных сотрудников составляет 10 человек, средняя зарплата без учета премий составляет 30 тысяч рублей. Данный расчет будет примерным, поскольку будет использована средняя заработная плата персонала офисного здания.

Расходы на содержание персонала определяются по формуле:

$$Z1 = n_i z_i (1 + A_c / 100) * (1 + A_n / 100), \quad (2)$$

где:

n_i - численность персонала;

z_i – средняя заработная плата за год;

A_c - процент отчислений на социальное страхование;

A_n - средний процент премий за год.

По формуле (2) определяем расходы на содержание персонала:

$$Z1 = 4320 \text{ тыс.руб.}$$

Повышение производительности труда находится по формуле:

$$Pi = \left(\frac{\Delta Ti}{Fi - \Delta Ti} \right) * 100,$$

Где, Pi – повышение производительности (%);

ΔTi - экономия времени(мин.);

Fi - время, потраченное на работу до автоматизации.

Результаты расчетов сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – расчет повышения производительности труда.

Наименование работ	До автоматизации, мин.	После автоматизации, мин.	Повышение производительности труда (%)
Оформление рабочей документации	50	20	150
Оформление отчетов	30	15	100
Оформление квитанций на оплату	15	5	300
Анализ данных	50	30	66

Экономия, связанная с повышением производительности труда, рассчитывается по формуле:

$$Z3 = Z1 \times \sum \frac{Pi}{100} \quad , \quad (3)$$

$$Z3 = 2073,6 \text{ тыс.руб.}$$

По формуле (1) найдем общую годовую экономию от внедрения систем автоматизации:

$$\text{Эр} = 2548,6 \text{ тыс.руб.}$$

3.3 Расчет стоимости внедрения систем автоматизации

Расчет стоимости от внедрения систем автоматизации имеет приблизительный характер, поскольку основной частью стоимости является оборудование систем автоматизации. Для разного оборудования стоимость закупки, доставки и монтажа может отличаться в разы.

Стоимость внедрения оборудования автоматизации определяется по формуле:

$$S_1 = S_{об} + S_{спец} + S_{изд} \quad , \quad (4)$$

где:

$S_{об}$ – стоимость оборудования автоматизации;

$S_{спец}$ - стоимость работ проектировщика и монтажной организации;

$S_{изд}$ – стоимость издержек.

По примерному анализу рынка оборудования автоматизации можно предположить стоимость оборудования:

$$S_{об} = 5000000 \text{руб.}$$

Стоимость работы проектировщика и монтажной организации зависит от времени, необходимого для проведения работ. Ожидаемое время проведения работ определяется по формуле:

$$T_0 = (3 \times T_{мин} + 2 \times T_{макс}) / 5 \quad , \quad (5)$$

где:

$T_{мин}$ - минимальное время проведения работ;

$T_{макс}$ - максимальное время проведения работ.

Результаты расчетов приведены в таблице 11.

Таблица 11 – расчет времени на установку систем автоматизации

Наименование работ	Длительность работ. дней		
	мин.	макс.	ожд.
Проработка и создание ТЗ	2	4	3
Создание концепт проекта	7	10	8
Создание проектной документации	7	10	8

Создание рабочей документации	10	15	12
Закупка оборудования	1	2	1
Демонтаж старого оборудования	5	8	6
Подготовка площадки	1	2	1
Монтаж нового оборудования	10	15	12
Очистка площадки от мусора	1	2	1
Пуско-наладочные работы	5	10	7
Установка программного обеспечения	2	3	2
Проверка систем на работоспособность	2	3	2
Сдача объекта	1	2	1

Итого ожидаемое время составляет:

$$T_0 = 64 \text{ дня.}$$

Стоимость работы проектировщика и монтажной организации рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{спец}} = z_i * T_0 * (1 + A_c / 100) * (1 + A_n / 100), \quad (6)$$

где:

z_i – средняя заработная плата за день;

A_c - процент отчислений на социальное страхование;

A_n - средний процент премий за год.

$$S_{\text{спец}} = 249,6 \text{ тыс.руб.}$$

Прочие расходы обычно составляют 50% от заработной платы персонала.

Итого:

$$S_{\text{изд}} = 124,8 \text{ тыс.руб.}$$

По формуле (4) определим итоговую стоимость от внедрения оборудования автоматизации:

$$S=5374,4 \text{ тыс.руб.}$$

3.4 Выводы к третьей главе

Из представленного расчёта можно сделать вывод, что основная статья экономии за счет установки систем автоматизации достигается путём увеличения производительности труда. Также экономия денежных средств достигается путём уменьшения эксплуатационных издержек.

Проведя анализ затрат на установку систем автоматизации в офисном здании, можно рассчитать примерный период окупаемости. Период окупаемости составляет от двух до трех лет, в зависимости от условий эксплуатации, а также от местоположения офисного здания.

Заключение

Проведя анализ существующих проблем в данном офисном здании, остро встаёт проблема рационального потребления энергоресурсов. Наиболее подходящим решением данной проблемы является установка систем автоматизации инженерного оборудования.

Оценив текущее состояние офисного здания, можно сделать вывод, что большинство оборудования, начиная от системы вентиляции, закачивания кабельными линиями требует замены. Также для нормального функционирования оборудования автоматизации, в штате сотрудников необходимо наличие квалифицированного персонала, способного работать с новым автоматизированным оборудованием.

Сегодняшний рынок представлен большим спектром оборудования. При выборе необходимо руководствоваться принципами экономической целесообразности, но также необходимо не забывать о жизненно важных системах, модернизации которых стоит уделить особое внимание. Такие как:

- система пожарной защиты здания;
- система оповещения и эвакуации людей при пожаре;
- система контроля доступа;
- охранная система.

Своевременная модернизация данных систем позволяет не только осуществлять безопасное пребывание людей в здании, но и спасти жизни, в случае непредвиденных ситуаций.

Также комплексная система автоматизации позволяет снижать расходы владельцев офисного здания. Основная экономия денежных средств достигается путём увеличения производительности труда.

Средний период окупаемости затрат на внедрение систем автоматизации составляет от двух до трех лет. После данного периода система автоматизации начнёт приносить прибыль.

Список используемых источников

1. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 23 декабря 2009 года. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/(дата обращения 10.05.18).
2. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 4 июля 2008 года. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/(дата обращения 10.05.18).
3. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. [Электронный ресурс]: введ. 01.01.2014. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101754>(дата обращения 10.05.18).
4. ГОСТ Р 52266-2004 Кабельные изделия. Кабели оптические. Общие технические условия. [Электронный ресурс]: введ. 01.07.2005 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200037683> (дата обращения 10.05.18).
5. СП 77.13330.2016 Системы автоматизации. [Электронный ресурс]: введ. 21.04.2017 URL: <http://docs.cntd.ru/document/456044317> (дата обращения 10.05.18).
6. СП 3.13130.2009 Система оповещения и эвакуации людей при пожаре. [Электронный ресурс]: введ. 24.06.2009 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 10.05.18).
7. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. [Электронный ресурс]: введ. 24.06.2009 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148> (дата обращения 10.05.18).
8. СП 6.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. [Электронный ресурс]: введ. 25.01.2013 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100259> (дата обращения 10.05.18).

9. СП 256.1325800.2016 Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа. [Электронный ресурс]: введ. 03.02.2016 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200139957> (дата обращения 10.05.18).

10. СП 89.13330.2016 Котельные установки. [Электронный ресурс]: введ. 17.06.2016 URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054199> (дата обращения 10.05.18).

11. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. [Электронный ресурс]: введ. 17.06.2016 URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054205> (дата обращения 10.05.18).

12. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс]: введ. 05.08.2017 URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 10.05.18).

13. СП 134.13330.2012 Системы электросвязи зданий и сооружений. [Электронный ресурс]: введ. 01.09.2012 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092911> (дата обращения 10.05.18).

14. РМ 4-107-82 Системы автоматизации технологических процессов. Дата актуализации: 01.01.2018 [Электронный ресурс]: - Утверждён: 21.04.1982 Главмонтажавтоматика. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293851/4293851761.htm> (дата обращения 10.05.18).

15. Едзиева З.Т. Автоматизация системы контроля и учета электроэнергии // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2017. № 4. С. 13-16

16. Канаев Д.Г., Маряхин Е.В., Черненко Ю.В. Проблемы безопасности систем АСКУЭ и SMARTGRID // Проблемы электротехники, электроэнергетики и электротехнологии: V Всероссийская научно-техническая конференция. 2017. № 2. С. 252-257.

17. Дементьева Н.А., Нейфельд В.И. Автоматизированная система коммерческого учета энергии // Научное сообщество студентов XXI столетия. 2013. № 12. С. 71-76.

18. Каталог продукции компании АВВ [Электронный ресурс]: – URL: <https://new.abb.com/ru/produkty-i-servisy> (дата обращения 10.05.18)
19. Каталог продукции компании schneider-electric [Электронный ресурс]: – URL: <https://www.schneider-electric.ru/ru/all-products/> (дата обращения 10.05.18)
20. Каталог продукции компании Болид [Электронный ресурс]: – URL: https://bolid.ru/files/491/669/h_05efb07f8573a80107fc3268e15389e4(дата обращения 10.05.18)
21. Каталог АСКУЭ "Ресурс" [Электронный ресурс]: – URL: https://bolid.ru/files/491/669/h_5cb7b23b2297fe98b0860f37cb9d453b (дата обращения 10.05.18)
22. Каталог продукции фирмы Inter-M [Электронный ресурс]: – URL: <http://inter-m.info/> (дата обращения 10.05.18)
23. Csanyi E. Assemblies of switchgear and control panels (1,2,3) [Электронный ресурс]: Electrical Engineering Portal. 2015. – URL: <http://electrical-engineering-portal.com/assemblies-of-switchgear-and-control-panels-part-1> (дата обращения 6.11.17)
24. Energy management strategies for combined heat and electric power micro-grid. [Электронный ресурс]: – URL: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2016/0354-98361600081B.pdf> (дата обращения 20.05.18)
25. Voltage Stability Improvement of Grid Connected Wind Driven Induction Generator Using Svc. [Электронный ресурс]: – URL: [http://ijera.com/papers/Vol4_issue5/Version %202/Q4502102105.pdf](http://ijera.com/papers/Vol4_issue5/Version%202/Q4502102105.pdf) (дата обращения 20.05.18)
26. Study of energy recovery and power generation from alternative energy source. [Электронный ресурс]: – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214157X14000227> (дата обращения 20.04.17)
27. Real-Time Performance of a Self-Powered Environmental IoT Sensor Network System. [Электронный ресурс]: – URL: www.mdpi.com/1424-8220/17/2/282/htm (дата обращения 20.05.18)

28. Energy Audit as a Tool for Improving System Efficiency in Industrial Sector . [Электронный ресурс]: – URL: http://ijera.com/papers/Vol4_issue6/Version%206/B046060611.pdf (дата обращения 20.05.18)

29. Global Renewable Energy-Based Electricity Generation and Smart Grid System for Energy Security . [Электронный ресурс]: – URL: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/197136/> (дата обращения 20.05.18)

30. Controllable Load Management Approaches in Smart Grids . [Электронный ресурс]: – URL: <http://www.mdpi.com/1996-1073/8/10/11187/htm> (дата обращения 20.05.18)