

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

Институт химии и энергетики
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование)

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Разработка интеллектуальной системы управления энергопотреблением офисного здания

Студент

Папаев Л.С.
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., Д.А. Кретов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ существующей системы энергоснабжения офиса	10
1.1 Питающие электрические сети	10
1.2 Система СКС.....	11
1.3 Система охраны и видеонаблюдения	13
1.4 Система контроля и управления доступом.....	14
1.5 Система предотвращения протечек воды	16
1.6 Система кондиционирования	17
1.7 Система пожаробезопасности	18
1.8 Система учета потребляемой энергии.....	23
1.9 Система электроснабжения	26
2 Выбор и сравнение оптимального оборудования для реализации интеллектуальной системы управления энергопотреблением	29
2.1 Выбор оборудования для автоматизации питающих сетей офисного здания	31
2.2 Выбор оборудования для автоматизации систем пожаробезопасности	40
2.3 Выбор оборудования для автоматизации системы оповещения и эвакуации людей при пожаре.....	50
2.4 Выбор оборудования для системы предотвращения протечек воды ..	54
2.5 Выбор оборудования для автоматизации системы освещения	56
2.6 Выбор оборудования для автоматизации системы учета электроэнергии	61
3 Анализ показателей эффективности от внедрения интеллектуальной системы управления.....	67
3.1 Эксплуатационные расходы до и после внедрения интеллектуальной систем управления	68
3.2 Повышение производительности труда сотрудников	70

3.3 Стоимость внедрения интеллектуальной системы управления	72
Заключение	76
Список используемых источников.....	77

Введение

В наши дни набирает актуальность вопрос о повышении надежности и снижения эксплуатационных издержек объектов общественного пользования. Согласно статистике, приблизительно 30-40% аварийных ситуаций происходят по техническим причинам, в то время как на остальные 60-70% приходится человеческий фактор. Из приведенных цифр становится очевидным, что для повышения надежности электроснабжения, необходимо свести к минимуму вероятность человеческой ошибки. Автоматические системы управления зданием способны устранять аварийные ситуации без вмешательства человека.

Важность внедрения автоматизации инженерных систем обозначена и на законодательном уровне [22]. Так в актуальных версиях федеральных законов [23] прописывается необходимость оснащения зданий техническими устройствами для автоматического отключения подачи воды, возможность автоматического регулирования параметров микроклимата помещений, наличие аварийного освещения с питанием от автономного источника, а также автоматического пожаротушения. Для жилых и общественных зданий требования к автоматизированной системе управления и диспетчеризации инженерным оборудованием прописаны в СП 256.1325800.2016 [15].

Рынок коммерческой недвижимости Российской Федерации постепенно переходит к внедрению систем «smart office», или «умного офиса», с целью повышения эффективности офисных объектов и снижения расходов на их эксплуатацию.

«Умный офис» должен быть снабжен отлаженной автоматизированной системой электроснабжения, которая состоит из следующих подсистем:

- автоматическая система управления инженерным оборудованием;
- система управления пожаротушением и эвакуацией людей в случае пожара;
- система охранной сигнализации;

- система видеонаблюдения;
- система телефонной связи и Internet;
- система контроля и управления доступом;
- система технического и коммерческого учёта энергоресурсов.

Все данные системы объединяются в центральном пульте индикации и управления зданием, т.е. ЦПУ. Центральный пульт управления является компьютером, на котором установлено необходимое программное обеспечение и специальные программы с помощью которых обеспечивается управление и мониторинг всех систем офисного здания.

За счет внедрения автоматизации инженерных систем можно добиться рационального использования электроэнергии офисным зданием. Важнейшим моментом является автоматизация широкого функционала таких систем как освещение и вентиляция, так как именно они потребляют 60-70% от всей энергии здания. При автоматизации системы освещения становится возможным поддерживать заданный уровень освещенности в зависимости от времени суток, погодных условий, а также присутствия или же отсутствия людей в офисном помещении, что позволяет не только значительно сэкономить потребление электроэнергии, но и увеличить эксплуатационный срок используемых ламп. Такие принципы управления освещением могут быть реализованы за счет использования многофункционального годового таймера, датчиков присутствия, освещенности и прочих элементов управления. Для осуществления дистанционного управления освещением отдельных помещений, или же всего офиса, осветительное оборудование должно быть подключено к сети «Internet». Так любой работник офиса может с помощью своего смартфона подключиться к офисному Wi-Fi роутеру и через специальное приложение осуществить включение и отключение определенной группы светильников. При автоматизации системы вентиляции появляется возможность выполнять запуск не всех элементов системы, а лишь той конкретной её части, которая, в данный момент, необходима для работы. В соответствии с СП 60.13330.2016, ст. 71 «уровень автоматизации и

контроля систем следует выбирать в зависимости от технологических требований, экономической целесообразности и задания на проектирование» [19].

Также, под влиянием современных факторов, инструменты системы «smart office» должны предусматривать возможность комфортной удаленной работы сотрудника. Это становится возможным благодаря облачным технологиям, за счет которых также можно сэкономить средства на сопровождение и обслуживание технических устройств.

С помощью автоматизации инженерных систем офисного здания улучшается производительность труда рабочего персонала. Высокоскоростной Internet, современные приложения, программное обеспечение, система климат-контроля, позволяет создать достаточно удобные условия для работы сотрудников, также система автоматического контроля уровня освещенности даёт возможность снизить нагрузку на глаза при длительных зрительных работах.

Говоря о недостатках внедрения системы «smart office» можно упомянуть определенное удорожание проекта, сложности при разработке технического задания (ТЗ), проектировании и эксплуатации, в связи с малым опытом работы специалистов с данной системой. Также стоит учитывать возможные бытовые проблемы, которые связаны с индивидуальным восприятием сотрудников. Так могут возникнуть споры внутри коллектива относительно уровня освещенности и температуры внутри помещения, но в процессе конфигурирования систем офиса под себя, настроив все необходимые параметры, должен произойти обратный эффект с полным удовлетворением потребностей работников офиса.

Совокупность плюсов и минусов в полной мере раскрывают необходимость внедрения интеллектуальной системы управления инженерными системами. Грамотный и тщательный подход к проекту построения инфраструктуры системы «smart office», позволит создать надежную и экономичную систему управления, а период ее окупаемости

может составить всего 2-3 года, при этом основными показателями в процессе окупаемости будут значительное уменьшение эксплуатационных издержек и увеличение производительности труда сотрудников.

Описание объекта исследования.

Размеры здания в осях А-И/1-7 составляет 37,9x22 м. Офисные помещения занимают второй и третий этаж в трехэтажном здании, первый этаж занимают другие небольшие коммерческие организации. Высота этажа составляет 2,7 м. Уровень пола офисного здания принят за отметку +0.0 м. Уровень пола первого этажа -0.0 м. Здание введено в эксплуатацию в 2008 году.

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

Несущие стены здания выполнены из кирпича, а стены внутри коммерческих помещений выполнены из негорючих гипсокартоновых перегородок. Категория пожароопасности Д (пониженная пожароопасность).

Электроснабжения офиса в данный момент осуществляется по двум кабельным линиям от блочной комплектной трансформаторной подстанции, далее именуемой БКТП 10/04 кВ мощностью 320 кВА.

Тип системы заземления TN-C-S. Питание вводно-распределительного устройства офиса, по степени надежности электроснабжения, относится ко второй категории. Устройства пожарной сигнализации, аварийное освещение – к первой категории.

Суммарная потребляемая мощность офиса составляет 200 кВт, а основными потребителями являются системы освещения, вентиляции и кондиционирования, компьютерные сети.

Водоснабжение и канализация офиса реализована от городских сетей.

В офисе размещаются следующие помещения: рабочие помещения, помещение бухгалтерии, серверная, сан. узел, помещение уборочного инвентаря, кабинет директора, кабинет главных инженеров, помещение архивариуса.

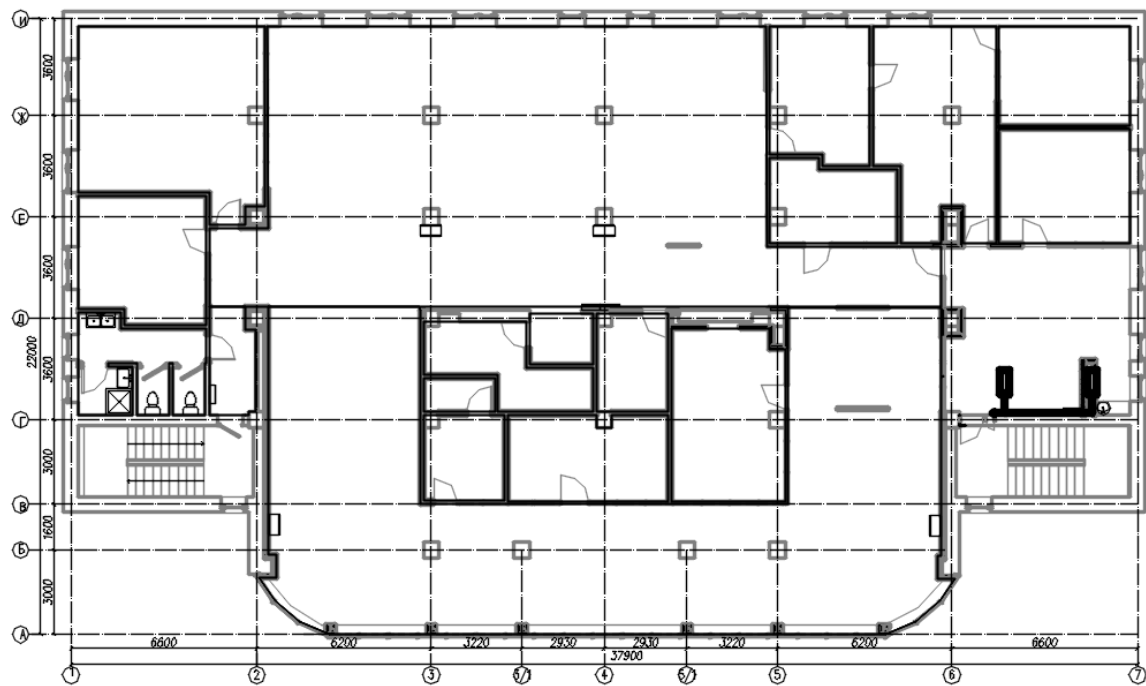


Рисунок 1 – Планировка офисных помещений

Кровля здания является эксплуатируемой, на ней располагаются вентиляторы дымоудаления. По периметру кровли расположен парапет высотой 1,2 м.

Общая площадь офисного пространства – 834 м².

Планировка офисных помещений представлена на рисунке 1.

Целью магистерской диссертации является снижение эксплуатационных затрат на содержание офисного здания за счет внедрения интеллектуальной системы управления.

Задачами магистерской диссертации являются:

- анализ структуры системы электроснабжения офисного здания;
- разработка системы интеллектуального управления системами офисного здания;
- оценка энергоэффективности внедрения интеллектуальной системы управления офисным зданием.

1 Анализ существующей системы энергоснабжения офиса

1.1 Питающие электрические сети

На данный момент электроснабжение офисного здания осуществляется по двум кабельным линиям от блочной комплектной трансформаторной подстанции БКТП 10/04 кВ мощностью 320 кВА. На вводе в здание установлены два вводно-распределительных устройства (ВРУ) которые, согласно СП 256.1325800.2016 [15], выполнены со степенью защиты не менее IP31. ВРУ представляет собой металлический шкаф навесного исполнения, с установленными в него приборами учета и коммутационными аппаратами. Две секции ВРУ резервируют друг друга при помощи секционного переключателя.

Учетно-распределительные щиты предназначены для ввода электроэнергии в здание, ее учета и распределения между потребителями, а также для защиты сетей напряжением 230/400 В от токов перегрузки и короткого замыкания.

Такие системы офисных пространств как аварийное освещение, пожарная автоматика и. т. д, необходимо обеспечить первой категорией надежности электроснабжения. Одним из возможных вариантов является монтаж автоматических выключателей с моторным приводом и контроллером, который будет выполнять функцию мониторинга состояния системы.

В силу того, что 28 декабря 2018 года был подписан, разработанный Минэнерго России, Федеральный закон [9], потребуются немедленная замена счетчиков старого образца так как они не обладают требуемым классом точности и в них отсутствуют необходимые модульные цифровые интерфейсы RS-485/RS-272 с соответствующими протоколами, благодаря которым осуществляется подключение потребителя к единой системе учёта энергоресурсов.

Так как на объекте планируется установка дорогостоящего

оборудования одной из задач становится производство замены питающих кабельных линий, в силу того, что установленные на данный момент уже давно отработали свой эксплуатационный срок и могут быть не готовы к подключению новых потребителей.

Ко всему прочему к данному ВРУ не подключены устройства компенсации реактивной мощности.

При проектировании новых питающих сетей допускается применение кабелей как с медными, так и с алюминиевыми жилами.

В целом можно сделать вывод, что многие компоненты ВРУ устарели, и для проведения внедрения интеллектуальной системы управления электроснабжением, необходима замена многих компонентов ВРУ.

1.2 Система СКС

Структурированная кабельная система является совокупностью кабелей связи телекоммуникационной инфраструктуры здания, которая обеспечивает возможность передачи сигналов различных типов. СКС используется для связи различных систем, к примеру:

- система охранной сигнализации;
- система видеонаблюдения;
- система телефонной связи и Internet;
- система пожарной сигнализации

СКС часто подлежит установке до того, как станут известны требования пользователей, скорость передачи данных, типы сетевых протоколов.

Также современная СКС является интегрированной системой, которая имеет ряд плюсов по сравнению с классической компьютерной телефонией:

- позволяет передавать разнотипные сигналы;
- способна обеспечить работу сразу нескольких поколений компьютерных сетей;
- большой диапазон скорости передачи данных;

- позволяет использовать одновременно разнотипные сетевые протоколы;
- регулярное снижение цен на рынке СКС в силу нарастающей конкуренции;
- обеспечивает свободу перемещения работника офиса, на случай удаленной работы или командировки, без изменения персональных данных).

Для подключения оборудования СКС в офисе имеется серверное помещение. В серверной установлены серверные шкафы, в которое и устанавливается оборудование СКС. Оборудование СКС запитано по 1-ой категории надежности электроснабжения.

На данный момент СКС здания выполнена через стандартные маршрутизаторы типа RJ12 6P4C (рисунок 2). Данный тип коннектора является устаревшим, так как подразумевает использование двух пар контактов, что не обеспечивает необходимое качество связи.



Рисунок 2 – Разъем типа RJ12 6P4C

Поэтому данный разъем будет заменен на отвечающий международному стандарту МЭК 60884-1 и 60669-1 оптоволоконный кабель с разъемом типа RJ45 8P8C (рисунок 3), который обеспечит максимально быструю передачу данных (до 1гбит/сек).



Рисунок 3 – Разъем типа RJ45 8P8C

Так как размеры разъема RJ45 и RJ12 различны, потребуется замена всего оборудования СКС на соответствующее размеру данного коннектора.

1.3 Система охраны и видеонаблюдения

В силу наличия дорогостоящего оборудования, а также непосредственно сервера, на котором хранится ценная и конфиденциальная информация, офис обязательно должен быть обеспечен современной системой охраны и видеонаблюдения, которая поможет защитить от несанкционированного доступа со стороны злоумышленников.

Одним из важных составляющих системы охраны являются камеры видеонаблюдения. Камеры необходимо устанавливать, как снаружи, так и внутри здания. Наружные камеры должны быть установлены у основных входов в здания, а также необходимо чтобы в радиус видеонаблюдения входили все места возможного проникновения, такие как окна здания. Для того чтобы не портить внешний здания, а также чтобы ввести в заблуждение потенциальных злоумышленников, камеры должны быть скрыты. Внутри здания камеры необходимо разместить в местах хранения ценных бумаг, документов, дорогостоящего оборудования, а также в помещениях с

наибольшей проходимостью людей.

Не рекомендуется устанавливать камеры внутри пожароопасных помещений.

Видеозаписи будут храниться на специальном сервере в помещении серверной. Также, с целью охранного мониторинга, необходимо установить мониторы видеонаблюдения в помещении охранника. Также можно рассматривать возможность установки микрофонов.

Камеры будут подключаться с помощью специальных периферийных коммутаторов, которые будут устанавливаться в помещении серверной.

Также установке подлежат датчики присутствия, и магнитные датчики, реагирующие на открывание окон и дверей. Снаружи здания необходимо установить специальные датчики движения, не реагирующие на автомобили или животных. Для этого стоит использовать не стандартные инфракрасные пассивные датчики, а датчики с защитой от животных массой до 30 кг. Все устанавливаемые датчики должны быть интегрированы в общую охранную сеть.

Вся охранная система видеонаблюдения должна быть сведена в единый пульт управления, и находится на территории помещения охраны, чтобы вести постоянный мониторинг за происходящим внутри и снаружи офисного здания.

1.4 Система контроля и управления доступом

Система контроля и управления доступом (СКУД) позволяет разграничить права на проход в помещения, в данном случае в офисное здание, определенных лиц и ограничивают доступ лиц, не которые не обладают такими правами.

Благодаря системе контроля доступом обеспечивается безопасность рабочего персонала, сохранность дорогостоящего оборудования и материальных ценностей сотрудников. Также благодаря СКУД возможно вести учет рабочего времени сотрудников.

В целом СКУД имеет в своем составе следующие элементы:

- исполнительные механизмы (замки, турникеты);
- электронные идентификаторы (пластиковые пропускные карточки, «электронные таблетки»);
- электронные считыватели (карточек и прочих электронных идентификаторов);
- устройства ввода персонального кода (PIN-кода);
- биометрические устройства идентификации личности;
- устройства управления исполнительными механизмами;
- оборудование сопряжения локальной сети СКУД с компьютером;
- программное обеспечение администратора системы.

В данном офисном здании рационально использование системы контроля доступом при которой у всех сотрудников рабочего коллектива будет свой личный цифровой ключ с отдельным идентификационным номером. Ключи должны быть разграничены по уровням допуска, это позволит предотвратить проникновения в защищенные объекты, если таковые имеются.

Также в систему СКУД можно интегрировать систему учета рабочего времени сотрудников. В силу современных реалий этот вопрос стоит наиболее актуально из-за необходимости предоставления удаленной работы. Благодаря системе учета рабочего времени сотрудников можно сделать следующие выводы:

- сколько времени сотрудник потратил на тот или иной вид работ;
- сколько времени различные сотрудники затрачивают на выполнение похожих задач;
- с помощью чего можно увеличить производительность;
- есть ли возможность оптимизации бизнес-процессов;
- какие нормы труда могут быть оптимальными в каждом конкретном случае.

Стоит отметить важность контроля сотрудников на удаленной работе,

так как многие компании в данный момент пересматривают систему оплаты труда, тем самым желая сократить расходы на содержание сотрудника. За счет интеграции таких программ как «CROCOTIME» в систему СКУД становится возможным выстроить лояльный мониторинг за сотрудниками, грамотно распределить нагрузку между ними, а также своевременно реагировать на возможные срывы сроков сдачи проектов. Также при интеграции подобных программ с СКС появляется возможность отследить, сколько времени сотрудник отработал за ПК и без его использования. Так что если сотрудник, находящийся на удаленной работе, несколько часов своего рабочего времени потратил на разговоры по телефону, например, с заказчиком, то программа отметит это.

Также важным аспектом является необходимость обеспечить открытие всех замков в случае пожаре. Для этого необходимо объединить систему управления доступом с системой пожарной защиты. Ко всему прочему все двери эвакуационных выходов должны быть оборудованы магнитными замками, для открытия их при пожаре.

1.5 Система предотвращения протечек воды

В процессе эксплуатации систем водоснабжения могут случиться различные нюансы, такие как протечки воды. Ликвидация последствий затопления несет за собой колоссальные финансовые убытки. Согласно статистике, ущерб имуществу, который наносится заливами, почти в 3 раза превышает потери от краж., так как при заливе могут пострадать все составляющие здания, от оргтехники до потолков и стен. Первое место в причинах затопления занимает вероятность человеческой ошибки. Современные тенденции приписывают необходимость пресечь аварию на ранней стадии.

Как правило система предотвращения протечек воды состоит из следующих основных элементов:

- датчики влажности;

- блок управления;
- шаровые электроприводы.

Система предотвращения протечек воды работает таким образом, что при попадании воды на датчик влажности, система защиты подает сигнал об аварии и автоматически перекрывает подачу воды при помощи шаровых электроприводов. Чувствительность таких датчиков настраивается так, чтобы они не срабатывали от нескольких капель. Сами датчики устанавливаются в местах потенциально затапливаемых.

Системы предотвращения протечек воды делятся на 2 вида:

- работающие автономно;
- способные к интеграции в общую интеллектуальную сеть офисного здания.

Так как в данный момент в офисном здании отсутствует система предотвращения протечек воды, ее необходимо установить в санузлах и комнате приёма пищи.

1.6 Система кондиционирования

После модернизаций, производимых в 2014 году, в данном здании была запущена в эксплуатацию система кондиционирования. Данная система является классической сплит-системой, когда кондиционирование происходит благодаря двум блокам, наружному и внутреннему. При этом внутренний блок может быть разного исполнения:

- настенный,
- кассетный,
- канальный,
- колонный.

На данном объекте используются напольно-потолочные внутренние блоки кондиционирования. Управление сплит-системой осуществляется вручную, при помощи пультов управления. Подобная система кондиционирования является не эффективной так как не учитывает среду

офиса и при большой площади помещения должна иметь большую мощность.

Как более рациональная альтернатива сплит-системе, рассматривается VRF-система, или мультизональная система кондиционирования. VRF-система является более прогрессивной и совершенной, идеально подходит для кондиционирования офисов и способна включать в себя до 80 внутренних блоков. Данная система отлично внедряется на объекты, где используется системы управления зданием (BMS).

VRF-система должна соответствовать следующим требованиям:

- в системе должен функционировать лишь один хладагент;
- наличие компрессора инверторного типа, что позволяет системе начинать работу с повышенной мощностью, чтобы как можно быстрее обеспечить необходимую температуру, а затем, автоматически, снизить мощность до значений необходимых лишь для поддержания созданных условий;
- подключение нескольких внутренних блоков к одному наружному;
- система имеет свойство масштабируемости, то есть количество внутренних блоков может расти в соответствии с желаниями заказчика.

Все это позволяет значительно расширить возможности мониторинга и диспетчеризации климатической системы офисного здания.

1.7 Система пожаробезопасности

В целом, стоит отметить, что комплекс средств пожаробезопасности должна включать в себя следующие системы:

- автоматическую систему пожаротушения;
- автоматическую пожарную сигнализацию;
- систему дымоудаления;
- систему оповещения людей при пожаре.

На объекте предусмотрена, так называемая, пороговая пожарная сигнализация, что является допустимым, но устаревшим решением в области

пожарной автоматики. Также стоит отметить, в монтаже данной системы имеется несколько аспектов, которые противоречат СП 5.13130.2009 [17], а именно:

- расстояние между проводами пожарной сигнализации и силовыми кабелями менее 0,5 м;
- основной и резервный кабель питания системы пожарной сигнализации проложен в одном перфорированном лотке;

Наиболее современным решением является адресная система пожарной сигнализации, где все устройства обнаружения и оповещения подключены друг к другу и объединены в адресной панели управления пожарной сигнализацией. Адресная система отправляет и принимает цифровые сигналы в двоичном коде. Адресованные системы работают как компьютер и преобразуют различные вариации напряжения в двоичный код, в различные комбинации нулей и единиц. При такой вариации каждое устройство в системе имеет свой собственный адрес.

За счет этого адресная система передает данные, на контрольную панель с широким спектром информации. При этом передаваемые данные подлежат фильтрации за счет двойной проверки информации, и сигнал «пожар» подается только тогда, когда повторно срабатывают несколько датчиков. За счет этого значительно уменьшается количество ложных срабатываний и снижает потенциальный износ оборудования. Адресная система определяет точное местоположение дыма или огня, обеспечивая повышенный уровень безопасности и надежности.

Каждое устройство, входящее в комплекс адресной системы, индивидуально подключается и идентифицируется, а расширенная конфигурация обеспечивает большую гибкость, нежели аналоговая система. Различные протоколы могут быть установлены для любого сочетания устройств обнаружения, модулей ввода или вывода.

Для обнаружения пожара в адресной системе, как правило, применяются следующие устройства:

- тепловые извещатели;
- датчики дымы;
- ручные извещатели;
- входы для подключения спринклерных оросителей;
- реле контроля давления и расхода.

Устройствами вывода в адресной системе являются: реле звуковой сигнализации, реле управления дверьми.

Структурная схема адресной системы пожарной сигнализации представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Структурная схема адресной системы пожарной сигнализации

Помимо автоматического срабатывания, система должна иметь функцию ручного управления, и в адресной пожарной сигнализации данную функцию выполняют ручные пожарные извещатели. Согласно СП 7.13130.2013 [20] система противодымной вентиляции должна иметь возможность запуска без срабатывания сигнала «пожар». Срабатывание ручного извещателя приводит к моментальному запуску режима «пожар» минуя проверки системой. Ручные пожарные извещатели должны устанавливаться у каждого эвакуационного входа.

На данный момент на объекте реализована система пожаротушения методом «сухотруба». Комплекс сухих трубопроводов представляет собой систему горизонтальных труб, вдоль которых монтируются дренчерные (или спринклерные) оросители и запорные механизмы [21]. Также сухой трубопровод подключается ко всем пожарным кранам офисного помещения. В обычное время трубопровод сухой, но в случае возникновения пожара открываются краны, и огнетушащее средство под напором поступает в систему. Также огнетушащее средство можно с помощью ручного извещателя, который должен быть установлен у каждого крана пожаротушения. При срабатывании данного извещателя не должен подаваться сигнал «пожар».

В большинстве случаев сухой трубопровод устанавливают под потолком.

В соответствии с СП 6.13130.2013, ст. 2 «питание электроприемников СПЗ должно осуществляться от панели противопожарных устройств (панель ППУ), которая, в свою очередь, питается от вводной панели вводно-распределительного устройства (ВРУ) с устройством автоматического включения резерва (АВР) или от главного распределительного щита (ГРЩ) с устройством АВР» [18].

Меры пожаробезопасности офисного здания должны предусматривать

систему оповещения и эвакуации людей при пожаре. Данная система представляет собой целый комплекс технических средств, задача которых своевременно донести до людей информацию о возникновении пожара и необходимости эвакуироваться.

Как правило современные СОУЭ обязательно включают в себя следующие виды оповещения:

- звуковое оповещение;
- световое оповещение.

На данный момент на объекте предусмотрена СОУЭ 1-го типа, что не соответствует нормативной документации. Согласно СП 3.13130.2009 [16] офисные здания высотой до 6-ти этажей должны оснащаться СОУЭ 2-го типа.

СОУЭ 2-го типа обязательно должна включать в себя:

- звуковую сирену;
- световые оповещатели «Выход»;
- эвакуационные знаки пожарной безопасности, которые указывают направление выхода;
- световые мигающие оповещатели.

Настенные звуковые оповещатели должны устанавливаться таким образом, чтобы их верхняя часть была на расстоянии не менее 2,3 м от уровня пола, расстояние от потолка до верхней части оповещателя, при этом, должно быть не менее 150 мм.

Звуковые сигналы, исходящие от сирены, должны гарантировать общий уровень звука, во всем офисном помещении, не менее 75 дБА на расстоянии 3 м непосредственно от самого оповещателя, но не более 120 дБА в любом месте офиса.

Оборудование звукового оповещения получает питание по I-ой категории надежности электроснабжения, а потому необходимо предусмотреть установку аккумуляторных батарей или индивидуальных блоков питания.

Эвакуационные знаки должны включаться одновременно с включением рабочей системы освещения офисных помещений.

Устанавливаться эвакуационные знаки должны как вдоль коридора офиса, с расстоянием не более 25 м друг от друга, так и в местах поворотов коридора. Также они должны устанавливаться в незадымляемых лестничных клетках. Высота установки, при этом, должна составлять не менее 2 м.

Световые оповещатели «Выход» обязательны к установке над эвакуационными выходами из здания.

Все световые оповещатели должны обязательно проверяться на работоспособность и наличие напряжения. Подобной автоматической проверки можно добиться присоединением всех оповещателей к ЦПУ.

1.8 Система учета потребляемой энергии

Экономия и точный учет потребляемой энергии является одним из основополагающих методов повышения энергоэффективности. Точный учет потребляемой энергии позволяет поддерживать конкурентоспособность при постоянно растущих тарифах.

На данный момент в офисном здании находятся четыре коммерческие организации. Система учета при этом устроена так, что счетчики электрической энергии установлены непосредственно во ВРУ здания, а счетчики холодного и горячего водоснабжения смонтированы в узле учета у ввода в здание. В таком случае получается так, что показания снимаются сразу на все офисное здание, и, в последствии, при расчетах стоимости, все потребленные энергоресурсы делятся между организациями по размерам арендуемой ими площади. Подобный метод вряд ли можно назвать рациональным в силу разной специфики работ организаций и различного потребления энергоресурсов, а значит определенные арендаторы могут нести серьезные финансовые потери. Одним из возможных решений является установка автоматизированной системы учета энергии [5].

Автоматизированная система учета энергии (АСКУЭ) – это комплекс

аппаратных и программных средств, который способен обеспечить:

- дистанционный сбор данных с интеллектуальных приборов учета;
- передачу полученной информации оператору;
- обработку передаваемых данных с их последующей загрузкой в информационные системы учета, такие как – 1С, Мой Склад, ГИС ЖКХ и другие.

Систему АСКУЭ можно разделить на 4 уровня:

- на первом уровне счетчики измеряют количество потребляемой энергии в точках учета;
- на втором уровне происходит круглосуточный сбор информации и подготовки данных, в режиме реального времени, для передачи на следующие уровни;
- третий уровень представляет собой компьютер, или сервер, на котором происходит итоговая обработка полученной информации и ее преобразование в удобную для анализа и управления форму;
- на четвертом, наивысшем уровне, происходит сбор преобразованной информации, ее дополнительной структуризации, формирование документов и отчетов, а также архивирование данных.

Модернизация системы учета подразумевает под собой автоматизированный учет каждой из инженерных систем офисного здания.

Так, для индивидуального учета электроэнергии, потребуется установка соответствующих счетчиков в распределительные шкафы каждой организации. В силу того, что на юридические лица не распространяется ночной тариф, то наличие тарифной функции для данных счетчиков не является обязательным.

Так как в здании присутствуют пространства общего пользования и имеется оборудование и системы для обслуживания сразу несколько организаций, может возникнуть проблема учета электроэнергии. К таким системам могут относиться:

- пожарная сигнализация;

- освещение общих лестниц;
- наружное освещение;

Решение проблемы заключается в установке общего интеллектуального счетчика и оплаты электроэнергии по старой системе, а именно в зависимости от арендуемой организациями площади.

Также может возникнуть ситуация, при которой одна из организаций будет чаще остальных пользоваться какой-либо общей инженерной системой. В таком случае стоит рассмотреть возможность установки микропроцессорных счетчиков, которые будут начислять потребляемую энергию конкретной организации за использование конкретной системы.

Чтобы упростить процесс составления квитанций на оплату и индивидуального мониторинга за потреблением энергоресурсов, необходимо объединить все счетчики в единую сеть. Этого можно добиться за счет использования интерфейса RS-485. Объединения происходит внутри центрального пульта управления, на которое заранее устанавливается специализированное программное обеспечение.

Для реализации учета тепловой энергии следует установить индивидуальные приборы учета на каждую батарею. При реализации подобной системы каждая организация будет платить лишь за потребленную ими тепловую энергию. Также, в зависимости от модификации счетчика, может быть использована функция регулирования потребления тепловой энергии.

Различные модификации интеллектуальных счетчиков включают в себя различные функции, от накопления и передачи информации, до учета реактивной энергии и отключения потребителя от сети. Главной отличительной чертой счетчиков автоматизированной системы учета состоит в наличии импульсного выхода или встроенного модема.

Устанавливаемые приборы учета обязательно должны соответствовать всем требованиям нормативной документации [4].

Экономический эффект от внедрения АСКУЭ подразумевает под собой

постоянную экономию энергоресурсов и финансов коммерческой организации при минимальных начальных издержках.

1.9 Система электроснабжения

При автоматизации системы электроснабжения все составляющие автоматизации подключаются к центральной панели управления. За счет внедрения автоматизация системы электроснабжения офисного здания становится возможным вести круглосуточный мониторинг за состоянием электрической сети.

На данный момент электроснабжение офисного здания осуществляется за счет устаревшего оборудования, которое не имеет возможности для подключения к панели управления, так как отсутствуют все необходимые интерфейсы. Для автоматизации системы электроснабжения данного офисного здания потребуется замена всего оборудования. Также, для возможности проведения мониторинга, необходимо установить соответствующие контроллеры.

Второй и третий этажи офисного здания арендуют проектные организации, в которых главным рабочим инструментом сотрудника является компьютер. Также в офисах данных компаний имеются принтеры, ноутбуки, и прочее оборудование. Компьютеры и ноутбуки получают питание от устанавливаемых по месту источников бесперебойного питания, с целью иметь возможность успеть сохранить разрабатываемые проекты в случае отключения электричества. Всё выше перечисленное выше оборудование использует импульсные блоки питания, то есть нелинейную электрическую нагрузку, которая способна создавать различные искажения напряжения в сети. А с учетом количества сотрудников в каждой компании, и что на одного сотрудника приходится 1 компьютер или ноутбук, встает вопрос о появлении высших гармоник и компенсации реактивной мощности.

Высшие гармоники способны оказывать следующие негативные воздействия:

- искажение формы напряжения;
- помехи в телекоммуникационных сетях;
- падение напряжения;
- нагрев кабелей, трансформаторов, конденсаторов;

В силу количества возможных негативных эффектов, которые несут за собой высшие гармоники, необходимо решить задачу по их компенсации и выпрямлению. Чтобы ослабить влияние высших гармоник можно обеспечить симметричный режим работы трехфазной системы, или, другими словами, добиться максимального баланса нагрузок по фазам.

Другим методом является применение 12-пульсного выпрямителя, за счет которого значительно снижается величина коэффициента искажения синусоидальности входного тока.

Возможен вариант установки специального фильтра подавления высших гармоник. Третья гармоника является наиболее неблагоприятной по своему влиянию на однофазные цепи. За счет включения в систему фильтра, имеющего небольшое полное сопротивление на частоте третьей гармоники, можно добиться понижения генерируемой нелинейной нагрузкой напряжения. Также можно рассмотреть вариант со снижением полного сопротивления распределительной сети. Так как увеличение сечения кабелей снижает активное сопротивление линии, но не индуктивное, можно использовать параллельно соединенные кабели. При использовании децентрализованной системы бесперебойного питания можно разделить офисное оборудование на секции, каждая из которых будет запитана от индивидуального источника бесперебойного питания.

Выводы к первому разделу

1. Проанализировано, что система электроснабжения здания содержит множество устаревших и неэффективных элементов.
2. Проанализировано, что современное оборудование автоматизации инженерных систем является сравнительно дорогостоящим,

следовательно, для его установки, настройки и последующего технического сопровождения понадобится высококвалифицированный персонал.

3. Сделан вывод, что при проектировании необходимо пользоваться всеми актуальными нормативными документами с целью добиться наибольшей энергоэффективности данного объекта.

2 Выбор и сравнение оптимального оборудования для реализации интеллектуальной системы управления энергопотреблением

Выбор оборудования, при разработке интеллектуальной системы энергопотребления офисного здания, играет важнейшую роль, так как неправильно выбранное оборудование может привести к некорректному функционированию всей системы и, как следствие, к возможным авариям. Правильно выбранное оборудование позволяет построить экономичную и функциональную систему управления.

Современный рынок высокотехнологичной продукции по автоматизации различных инженерных систем предоставляет большой и разнообразный выбор оборудования под всевозможный функционал.

Выбор оптимальных устройств, как правило, стоит между импортным и отечественным оборудованием.

Оборудование отечественных производителей, как правило, относится к среднему ценовому сегменту. К основным плюсам использования оборудования Российского производства является ее не сложное устройство и простота в обращении и наладке. Так как программное обеспечение российского оборудования пишется с использованием одинаковых протоколов, это обеспечивает полную совместимость оборудования от разных отечественных компаний. Это может быть значительным плюсом в случае модернизации устаревшей системы автоматизации, так как дает возможность менять не всю систему целиком, а отдельные ее части с заменой старого оборудования на современный аналог.

Из минусов оборудования отечественного производителя, стоит отметить ограниченный функционал относительно зарубежного, так как на западе подобные технологии имеют больший опыт эксплуатации. Система управления, построенная за счет отечественного оборудования, может иметь меньшую гибкость за счет того, что отдельно взятое оборудование будет выполнять строго заданную функцию. Данный недостаток будет ощущаться

особо остро на крупных объектах, вроде промышленных предприятий, так как для построения системы потребуется большое количество оборудования. Чем больше оборудования в системе управления, тем она становится сложнее, а значит усложняется ее эксплуатация, увеличивается возможность отказа оборудования, что приводит к значительному снижению надежности системы. В силу данных обстоятельств крупные предприятия, как правило, при выборе производителя систем автоматизации, отдают предпочтение импортному оборудованию.

Оборудование для автоматизации инженерных систем зарубежного производителя, в основном, относится к более высокому ценовому сегменту рынка высокотехнологичной продукции чем российский аналоги, а чем выше цена за единицу продукции, тем острее встает вопрос о соотношении цена-качество, так как переплата может существенно замедлить процесс окупаемости проектируемой системы.

К плюсам зарубежного оборудования можно отнести, как уже упоминалось ранее, ее больший функционал. За счет большего функционала появляется возможность комплексных решений по автоматизации инженерных систем. Также зарубежный производитель предлагает более широкий выбор оборудования, в том числе, комплексные сборки в которых все оборудование уже выбрано, написаны инструкции и руководства по их сборке в одну единую систему.

Одним из основных минусов зарубежных производителей является высокая стоимость. Также к минусам можно отнести то, что на территории России не так много организаций с наличием достаточно высококвалифицированного персонала. Это может повлечь за собой колоссальное количество ошибок на стадии монтажа и настройки. Услуги ремонта, как правило, оказывают официальные представители фирмы производителя. В случае выхода оборудования из строя, ожидание ремонта может затянуться на продолжительное время. Также способен сказаться недостаток обратной связи так как зарубежный производитель может оказать

недостаточное сопровождение и поддержку на стадиях проектирования и монтажа. Отечественный же производитель имеет большое количество официальных представителей по всей территории страны, которые активно помогают потребителю любой из стадии ведения работ.

Выбор между отечественным и зарубежным производителем должен осуществляться исходя из нужд проектируемой системы, масштабов объекта, имеющихся средств, сроков поставки оборудования и наличия качественной обратной связи.

В соответствии с СП 256.1325800.2016, ст. 67 «при отсутствии отечественных разработок требуемого качества допускается по согласованию с заказчиками применение сертифицированной продукции зарубежного производства» [15].

2.1 Выбор оборудования для автоматизации питающих сетей офисного здания

При разработке высокотехнологичной продукции производитель, как правило, ставит перед собой 2 основных приоритета:

- оборудование, разрабатываемое для внедрения в интеллектуальные системы, должно быть доступным по цене;
- спроектированная интеллектуальная система должна быть надежной, простой и доступной в установке, наладке и обслуживании.

Некачественный монтаж и несоответствующие условия эксплуатации электрической проводки приводят к ее скорейшему износу, и как следствие, к короткому замыканию, что является одной из наиболее распространенных причин возникновения пожара на объектах. Продлить срок службы системы электроснабжения и снизить вероятность возникновения пожара можно за счет использования программируемых технологических контроллеров или распределительных микропроцессорных шкафов с цифровой поддержкой [26].

Одним из возможных решений по комплексной автоматизации

инженерных систем офисного здания может являться контроллер «EasyHomePLC5.2» от бренда «EasyHome. При помощи данного контроллера становится возможным использовать функционал проектируемой «smart» системы.

Данный аппарат является программируемым логическим контроллером со встроенными 32-мя входами и 34-ю выходами, включая 9 силовых реле с током коммутации до 16 А, и способен осуществлять питание различных электрических приборов, в том числе розеточных групп и осветительной нагрузки. Также к данному устройству возможно подключение датчиков разных типов, таких как:

- датчики движения;
- датчики протечки воды;
- датчики влажности;
- датчики освещенности;
- датчики температуры воздуха.

Данный контроллер подключается к локальной сети, для управления системой через специально разработанное приложение, через интерфейс Ethernet.

Интерфейсы для управления интеллектуальной системой разработаны под все операционные системы (ОС), в том числе: Windows, Android, iOS. Помимо управления непосредственно с тач-панели, управлять различными процессами системы можно также благодаря удаленному доступу к устройству через разнообразные программы, например – TeamViewer.

Как упоминалось ранее, к выбранному контроллеру может подключаться значительное количество датчиков различного назначения.

Данный контроллер может отлично подойти для небольших офисных пространств, или жилых помещений, что следует из его названия. Для объектов более крупных данный контроллер не рассматривается в силу малого количества силовых реле, рассчитанных на сравнительно небольшой ток нагрузки (до 16 А).

Для средних и крупных офисных зданий отличным вариантом является «smart panel» [6], или другими словами, умный щит от французской компании «Schneider Electric», который представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Распределительный щит «Smart panel» с цифровой поддержкой

«Smart-panel» – это микропроцессорные распределительные щиты, которые обеспечивают отображение происходящего, внутри сетей, на уровне веб-страниц. Данные щиты работают на основе сети Ethernet, которая используется в приложениях любого типа. Доступ к информации можно получить практически с любого устройства, от компьютера до планшета или смартфона. Также данные щиты гарантируют одновременность доступа для различных инженерных систем и пользователей.

Данный щит включает в себя передовые аппаратные средства и программные средства, которые зарекомендовали себя как достаточно легкие в монтаже и в процессе эксплуатации. Функционал данных щитов позволяет заранее определить слабые места существующей системы электроснабжения

и потерь энергии и, как следствие, устранение аварийных ситуаций.

Согласно данным «Navigant Research» [28], использование умного щита позволяет сократить затраты на электроэнергию на 5 %, а расходы на обслуживание на целых 8 %.

В состав «smart-panel» обязательно входит централизованный локальный дисплей, который устанавливается непосредственно на самом распределительном щите. С помощью дисплея можно в любой момент получить подробную информацию о состоянии каждого устройства системы и системы в целом. На дисплее отображается информация об изменениях в системе, проводимых измерениях, аварийных сигналах и различные дополнительные данные.

Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) представил данные [10], согласно которым частота отказов электрического оборудования чаще всего происходит в таких системах, где не выполняется профилактическое обслуживание. Это также является доказательством того, что множества аварий, связанных с эксплуатацией проводки, можно избежать.

За счет тщательной очистки внутренних поверхностей компонентов электрических шкафов от различного рода загрязнений и регулярной проверки электрических соединений, вероятность возникновения аварийной ситуации вроде короткого замыкания или пожара, снижается соответственно.

Чтобы все запланированные мероприятия по обеспечению технического обслуживания оборудования, перечисленные выше, выполнялись вовремя, умный щит предусматривает приложение для управления техобслуживанием, с помощью которого можно организовывать работу технического персонала, планировать и составлять графики проведения техобслуживания и напоминать о необходимости проведения профилактических работ.

Использование умного щита предполагает следующие плюсы для владельца офисного здания:

- распределение затрат на потребляемую энергию по этажам, или конкретным офисам;
- проведение мониторинга потребления энергии, что позволяет обнаружить потери энергии в нерабочие, для здания, часы;
- контролирование энергопотребления и даже коэффициента мощности, что позволяет оптимизировать тариф на электричество.

Для эксплуатационной группы использование умного щита компании «Schneider Electric предполагает следующие плюсы:

- автоматическая регистрация показаний счетчиков;
- мгновенный доступ к информации о любом оборудовании, с помощью компьютера или смартфона;
- возможность получения оповещений даже в случае отсутствия питания помещения серверной;
- немедленная подача отчетов о выполненных работах.

В любом офисном здании функционируют системы, перерыв или сбой в электропитании которых может привести к нежелательным последствиям в виде финансовых потерь или вовсе к нарушению безопасности здания и нахождению в нем людей. Электроприемники подобных систем, как правило, относят к первой категории электроснабжения [11].

«Электроприемники первой категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения» [11, с. 21].

К таким системам можно отнести:

- система контроля и управления доступом;
- сервер офиса;
- система видеонаблюдения и охранная сигнализация;
- система пожаробезопасности;

– пульт центрального управления системой.

Чтобы обеспечить систему оперативным переключением, между источниками питания, которая соответствует определению 1-ой категории электроснабжения, необходимо запитать потребителей через устройства автоматического ввода резерва.

В настоящее время большинство устройств АВР собираются при помощи двух методов, на основе действия контакторов, либо с применением контроллеров.

В использовании обоих методов сборки АВР имеются свои нюансы. Так, например, сборка с использованием контакторов является дешевым вариантом по сравнению с использованием контроллеров. Схема подключения, при таком методе, также относительно проста, но при этом возможность диспетчеризации и регулирования, при помощи компьютера, исключается, как и чередование фаз. А в случае большого количества подключений, появляется возможность перегрева, а, следовательно, естественной вентиляции будет недостаточно, и потребуются монтаж искусственной.

К началу нового десятилетия АВР, собранный на базе контроллеров, все чаще используется в системах типа «smart» так как обладает обширным функционалом, среди которых имеется возможность чередования фаз, взаимосвязь с другими устройствами в системе, способность ввода резерва от генератора, и так далее. За счет этого можно проектировать интеллектуальную систему управления с запасом на будущие подключения.

Для создания грамотной интеллектуальной системы управления можно использовать готовое комплектное решение по автоматическому вводу резерва на базе логического контроллера Modicon M221 от компании «Schneider Electric» (рисунок 6).



Рисунок 6 – Логический контроллер Modicon M221

Основные комплектующие данного АВР являются:

- логический контроллер Modicon M221;
- автоматические выключатели серии Compact NSX с широким выбором номинальных токов;
- панель оператора с сенсорным экраном типа Magelis Easy GXU.

Основные технические характеристики логического контроллера Modicon M221 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики логического контроллера Modicon M221

Параметр	Характеристика подключаемых модулей			Общая характеристика
	Основной модуль	Модуль расширения для дискретных входов	Модуль расширения для дискретных входов	
Номер оборудования	TM221M16R	TM3DI16	TM3DQ16R	–
Напряжение питания, В	24 DC	–	–	24 DC
Объем памяти загруженных приложений, Кбайт	256	–	–	256

Продолжение таблицы 1

Параметр	Характеристика подключаемых модулей			Общая характеристика
	Основной модуль	Модуль расширения для дискретных входов	Модуль расширения для дискретных входов	
Объем памяти загруженных приложений, Кбайт	256	–	–	256
Количество дискретных входов, шт. (напряжение, В)	8 (24 DC)	16 (24 DC)	–	24 DC (24 DC)
Количество аналоговых входов, шт.	2	–	–	2
Диапазон напряжения аналоговых входов, В	0-10	–	–	0-10
Количество дискретных выходов, шт. (тип выхода)	8 (реле)	–	16 (реле)	24 (реле)
Максимальный ток дискретного выхода, А	2	–	2	2
Слот карты памяти	Поддерживаются карты типа SD, как пример TMSDI (256 Мбайт)	–	–	1 шт.
Порт передачи данных	Serial 1 или Serial 2, интерфейс RS-485 выполнен в виде разъема RJ-45, протокол передачи данных Modbus RTU.	–	–	2 шт.
Порт для подключения к ПК или ноутбуку	USB V2.0	–	–	1 шт.
Слот под батарею	Батарея поставляется с каждым контроллером. Запасным можно Panasonic BR2032	–	–	1 шт.
Габариты (ШxВxГ), мм	70x90x70	23.6x90x70	23.6x90x70	117x90x70

Данное решение по АВР способно работать в двух режимах:

- автоматический режим;
- ручной режим;

Срабатывание системы АВР происходит в случае снижения уровня напряжения ниже нормы, на любом из вводов. С программируемой нормой выдержки по времени происходит отключения выключателя ввода. Далее срабатывает сигнал на включение секционного выключателя и производится перевод нагрузки на ввод, на котором уровень напряжения находится в пределах заданной нормы.

Внутри контроллера данные операции происходят так, что при исчезновении с дискретного входа первого ввода сигнала «Контроль напряжения первого ввода» и отсутствия сигнала «Блокировка АВР первого ввода» контроллер начинает заданный отсчет времени. В случае если напряжение остается ниже нормы, по истечении времени, то выдается импульсный сигнал продолжительностью 1 секунду на отключения первого ввода. Сразу после его отключения пропадает сигнал «Выключатель первого ввода включен» и подается импульсный сигнал на срабатывание секционного выключателя. Далее фиксируется сигнал для включения лампы сигнализирующей о том, что сработало устройство АВР, и появляется сигнал, что секционный выключатель находится во включенном состоянии.

Аналогичные процессы выполняются при снижении уровня напряжения на втором вводе.

Отключение сигнальной лампы АВР осуществляется либо за счет нажатия специальной кнопки, которая монтируется на двери шкафа секционного выключателя, либо удаленно по протоколу Modbus.

Возврат в нормальный режим работы осуществляется за счет заданной уставки на панели оператора. Данная опция, как правило, включена по умолчанию.

Использование контроллеров семейства Modicon в устройствах АВР значительно повышает производительность операционных вычислений для реализации различной степени сложности алгоритмов работы [29].

Так как компания «Schneider Electric» имеет официальное представительство в Самарской области, то с закупом оборудования данного производителя сложностей возникнуть не должно, а также представители фирмы способны оказать необходимую помощь и консалтинг, по всем возникающим вопросам, при монтаже и наладке оборудования их производства.

2.2 Выбор оборудования для автоматизации систем пожаробезопасности

Комплекс мер по автоматизации противопожарных систем является одним из основных этапов при проектировании системы управления инженерными системами любого объекта. При выборе оборудования противопожарных систем необходимо учитывать, что в случае пожара должны происходить следующие действия:

- отключение общеобменной вентиляции;
- включение противодымной вентиляции;
- отключение системы кондиционирования;
- подача сигнала в пункт диспетчера или ближайшую пожарную станцию;
- закрытие огнезадерживающих клапанов;
- открытие дверей и фрамуг дымоудаления;
- включение системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- открыться и отключиться все замки электронного типа.

Подключение электрических приборов в системах пожаротушения должны производиться кабелями с медными жилами [17]. Данные кабели обязательно должны быть огнестойкими. Выбор кабелей, а также область их применения, отвечающих противопожарным требованиям, можно найти в соответствующем документе [3]. Прокладывать кабель необходимо с запасом по длине в 10 %. Также. При выборе сечения кабеля, стоит

руководствоваться допустимыми падениями напряжения, но при этом сечение должно быть не менее 0,5 мм. Кабели питания необходимо прокладывать так, чтобы основная и резервная линия находились в разных кабельных трассах друг от друга, для исключения вероятности выхода из строя обеих линий.

Установки пожаротушения обязательно должны иметь как автоматическое, так и дистанционное включение.

Электроприемники системы пожаробезопасности, в случае отказа питающей линии, должны продолжать функционировать до 24 часов в дежурном режиме, и 1 час в аварийном режиме.

Если в качестве источника питания электроприемников систем пожаробезопасности используется аккумулятор, то для него необходимо обеспечить режим постоянной подзарядки аккумулятора. При этом информация об уровне заряда и наличия напряжения на клеммах аккумуляторной батареи должна отображаться на центральном пульте управления. Также в качестве резервного источника питания можно использовать блоки бесперебойного питания.

С учетом всех вышеперечисленных требований, можно рассмотреть продукцию нескольких отечественных и зарубежных производителей.

Популярным решением в России является применение адресной пожарной сигнализации компании НВП «Болид» [7], которая используется в составе интегрированной системы охраны «Орион», которая является совокупностью аппаратных и программных средств, включающий в себя:

- охранную и пожарную сигнализацию;
- систему контроля и управления доступом;
- систему видеонаблюдения;
- автоматическое пожаротушение.

Адресная пожарная сигнализация от компании «Болид» является совокупностью технических средств на электронной основе, которые связываются между собой за счет интерфейса RS-485. Основным

достоинством данной пожарной сигнализации является точная информация о месте возникновения пожара. Другим, не менее важным достоинством, является то, что адресные дымовые пожарные оповещатели способны выдавать информацию об уровне запыленности дымовой камеры, и необходимости выполнения работ по очистке от пыли [24].

При выборе провод для использования в системе адресной пожарной сигнализации важно использовать провод с сечением не менее 0,5 мм, так как при меньшем сечении передаваемая и обрабатываемая информация будет искажаться, следовательно, это грозит снижением точности получаемых данных. Также это может привести к выходу из строя большинства датчиков. Также провод обязательно должен иметь защитное покрытие в виде теплоизоляции и покрытия из негорючей оболочки. При этом параметры, выполненного защитного покрытия, должны указываться на оболочке провода.

Устанавливаемое программное обеспечение отвечает за выполнение алгоритма взаимодействий всех компонентов системы.

Адресная пожарная сигнализация компании «Болид» выполняет следующие функции:

- круглосуточный мониторинг;
- прием и анализ сигналов, получаемых с датчиков;
- оповещение в случае нахождения неисправностей системы;
- точное определение места очага пожара;
- передача тревожного сигнала на сетевой контроллер;
- оповещение о возникновении экстренной ситуации.

Система на основе «Болид» также подразумевает возможность интеграции в нее охранной сигнализации, которая, на отечественном рынке, получила достаточную популярность. Существенным плюсом подобной унификации также является наличие квалифицированных специалистов.

Основные блоки, необходимые для создания системы, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основное оборудование адресной пожарной сигнализации компании «Болид»

Наименование оборудования	Функция в системе пожарной сигнализации
C2000M	Пульт контроля и управления охранно-пожарный
C2000-БКИ	Блок индикации с клавиатурой
C2000-КДЛ	Контроллер двухпроводной линии связи
C2000-СП1	Сигнально-пусковой блок
РИП-12 исп. 17 или РИП 12-8/17М1-Р	Резервированный источник питания

Структурная схема адресной пожарной сигнализации компании «Болид» представлена на рисунке 7.

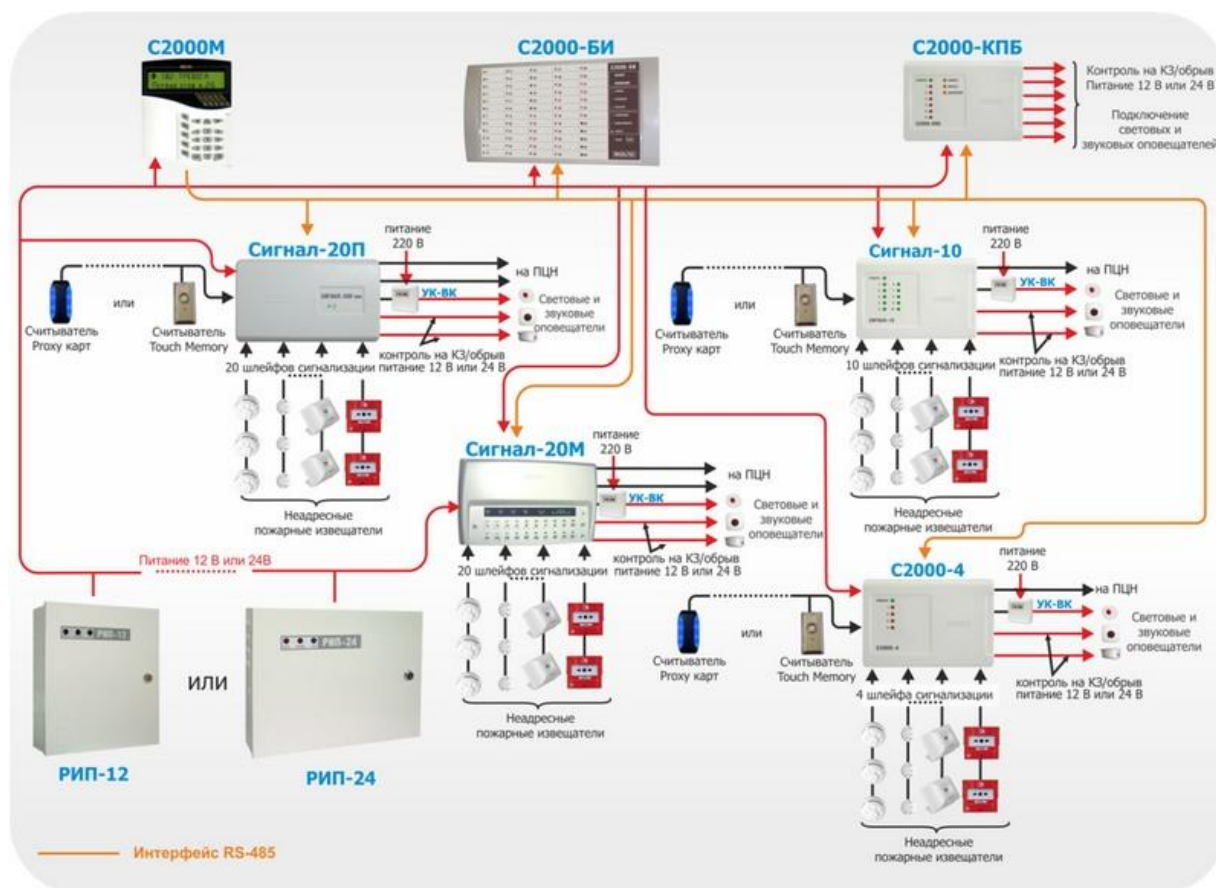


Рисунок 7 – Структурная схема адресной пожарной сигнализации компании «Болид»

Главным элементом в данной системе можно назвать пульт управления C2000M. Данный компонент обеспечивает взаимосвязь всех элементов

пожарной сигнализации. За счет использования интерфейса RS-485 обеспечивается быстрая и качественная передача информации. В адресных пожарных сигнализациях каждый компонент обладает уникальным цифровым адресом, сигнализация компании «Болид» не является исключением, а потому пульт управления С-2000М предусматривает до 127 подключаемых адресов. Но, согласно рекомендациям самого бренда [24], следует подключать не более 10 адресных элементов. Также данный пульт управления предусматривает возможность конфигурации с помощью программы «Pprog.exe». Управления данной системой также можно осуществлять с компьютера или ноутбука. С2000М является основным элементом не только в системе адресной пожарной сигнализации, но также используется и для построения системы охранной сигнализации и системы СОУЭ.

Технические характеристики С2000М приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические характеристики пульта контроля и управления С2000М

Наименование параметра	Значение параметра
Количество подключаемых блоков за счет интерфейса RS-485, не более	127
Длина интерфейса RS-485, м, не более	3000
Количество входов питания	2
Количество защищаемых зон, не более	511
Количество контролируемых входов и выходов	2048
Объем журнала происшествий, не менее	32000
Средняя наработка на оборудование на отказ, не менее, ч	80000
Напряжение питания постоянного тока, В	От 10,2 до 28,4
Средний ток потребления в дежурном режиме при напряжении питания 24 В, мА	35
Максимальный ток потребления в аварийном режиме при напряжении питания 24 В, мА	65
Количество подключаемых блоков за счет интерфейса RS-232, не более	1
Длина интерфейса RS-232, м, не более	20

Данная система адресной пожарной сигнализацией набрала свою

популярность за счет широкого выбора оборудования и комплексных решений, которые можно использовать по отдельности, так и интегрировать в систему «Орион». В силу популярности продукции от данного бренда, имеется достаточно много квалифицированного персонала, который способен заниматься конфигурированием и настройкой системы, построенной на базе «Болид».

Также внимания заслуживает адресная пожарная сигнализация компании «Рубеж».

Функционал данной системы позволяет создать комплексную систему защиты. Которая включает в себя как пожарную, так и охранную сигнализацию. Связь компонентов в системе, как и в случае с «Болид» осуществляется с помощью интерфейса RS-485.

Основные функции, которые выполняет система, следующие:

- организация светового и звукового оповещения о возникновении пожара;
- управление эвакуацией людей;
- дымоудаление;
- передача тревожного сигнала в ЦПУ.

Компания «Рубеж» имеет полностью адресные шкафы управления, которые устроены на протоколе R3.

Основополагающим элементом в данной системе можно назвать приемно-контрольный прибор управления Рубеж-2ОП [1]. При использовании данного прибора можно построить распределенную адресную систему с использованием до 60 панелей. Рубеж-2ОП предусматривает до 500 адресных подключений. Удобство данной системы заключается в том, что компоненты одной системы независимы от работы других, так как система на базе «Рубеж» децентрализована. В случае использования нескольких Рубеж-2ОП, которые будут иметь между собой связи, возникновение неисправности в одном из приборов никак не скажется на втором, система просто распадется на две независимые подсистемы. Это

отличает систему компании «Рубеж» от «Болид», так как два пульта управления С2000М не могут взаимодействовать между собой в одной системе и иметь перекрестные связи.

Компоненты данной системы могут подключаться к компьютеру по USB и отображаться в приложении SCADA "Firesec Оперативная задача", которое отвечает за контролем состояния инженерных систем, и способно оперативно оповещать о возникновении неисправностей, а также фиксировать, регистрировать и анализировать происходящие события в режиме реального времени. При профилактических работах специалист без труда может изучить историю, которую задокументировало данное приложение, с высокой детализацией.

Структурная схема адресной пожарной сигнализации компании «Рубеж» представлена на рисунке 8.

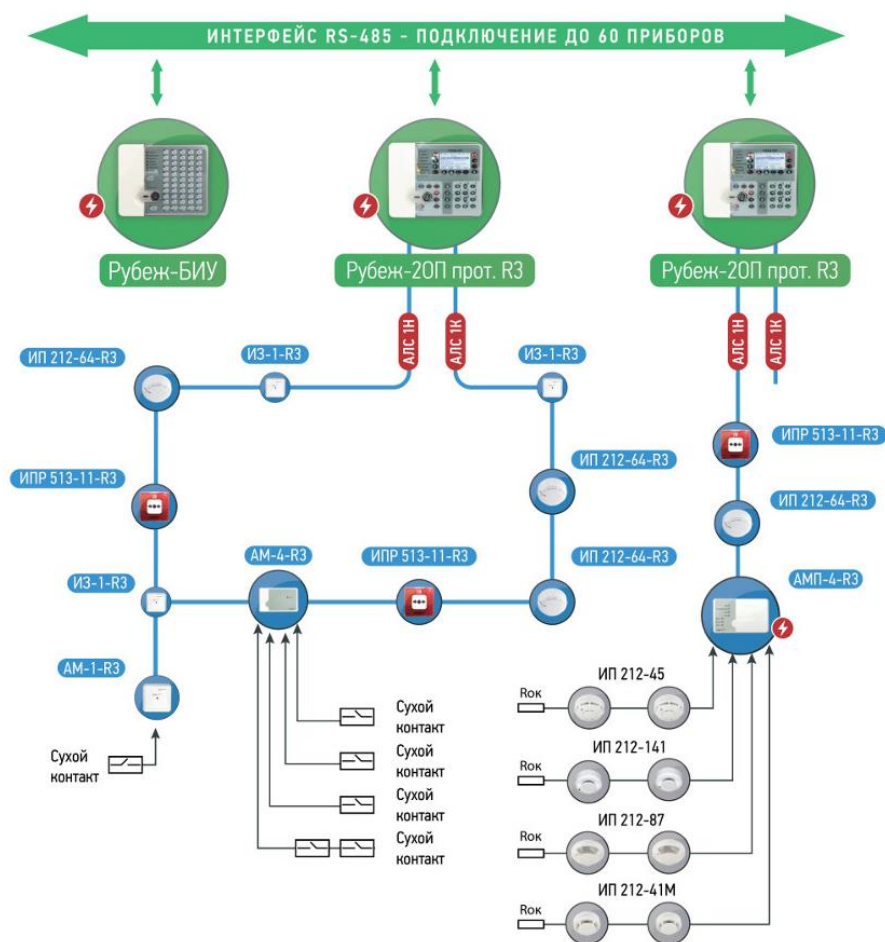


Рисунок 8 – Структурная схема адресной пожарной сигнализации компании «Рубеж»

Также к плюсам устройства Рубеж-2ОП можно отнести то, что при подключении адресных устройств в данной системе не требуется соблюдать полярность.

Технические характеристики Рубеж-2ОП приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные технические характеристики прибора приемно-контрольного и управления Рубеж-2ОП

Наименование параметра	Значение параметра
Количество подключаемых блоков за счет интерфейса RS-485, не более	250
Длина интерфейса RS-485, м, не более	1000
Количество входов питания	4
Количество защищаемых зон, не более	500
Количество контролируемых входов и выходов	2048
Объем журнала происшествий, не менее	32000
Средняя наработка на оборудования на отказ, не менее, ч	80000
Напряжение питания постоянного тока, В	От 12,0 до 24,0
Средний ток потребления в дежурном режиме при напряжении питания 24 В, мА	44
Максимальный ток потребления в аварийном режиме при напряжении питания 24 В, мА	500
Количество подключаемых блоков за счет интерфейса USB, не более	128
Длина интерфейса USB, м, не более	3

Выбирая между продукцией компании «Болид» и «Рубеж» стоит тщательно взвесить все плюсы и минусы. Сравнивая эти две фирмы, хочется отметить, что «Болид» имеет большую стабильность в принятии технических решений. В то время пока «Болид» регулярно обновляет свои давно используемые, стабильные и знакомые любому сотруднику организации, занимающейся монтажом противопожарных систем, «Рубеж» радикально меняет протоколы. Так сравнительно недавно оборудование компании перешло с протокола R1 на протокол R3, и зачастую датчики, которые использовались ранее на протоколах R1, выходят из при их использовании на протоколах R3. К плюсам компании «Рубеж» можно отнести меньшую

стоимость оборудования и разработанный программный комплекс RubezhCAD, который легко интегрируется в автоматизированную среду проектирования AutoCAD, что позволяет упростить разработку проекта системы пожарной автоматики. Но наиболее значительным достоинством можно назвать более комплексный подход к автоматизации систем противопожарной автоматики. И этот плюс можно отнести к компании «Болид», которые предлагают более широкий спектр решений и отличное техническое сопровождение продукта.

Среди зарубежных систем противопожарной автоматики в рамках данной работы, будет рассмотрена адресно-аналоговая система пожарной сигнализации «Esmi FX 3NET» выпускаемой компанией «Schneider Electric».

Данная система имеет следующий функционал [2]:

- панель пожарной сигнализации в режиме реального времени производит опрос всех оповещателей в системе, за счет чего достигается постоянный мониторинг и контроль состояния системы;
- панель способна анализировать изменяемые значения, которые принимает от множества оповещателей;
- сбор, обработка и хранение информация также осуществляется панелью пожарной сигнализации;
- отображение на дисплее текстовых сообщений, на русском языке, о событиях, происходящих в системе;
- имеется возможность объединения нескольких пожарных панелей в одну единую систему, за счет чего можно добиться защиты объекта колоссальных масштабов;
- с помощью подключения к компьютеру можно добиться отображения полученных данных в графическом виде.

Все подключаемое оборудование имеет адреса, которые устанавливаются вручную за счет декадных переключателей. В системе «Esmi FX 3NET» используется стандартный протокол «200+», а также расширенная версия «200AP» [8].

Пожарная сигнализация «Esmi FX 3NET» подходит для использования на объектах любого размера, от жилых домов и офисных помещений, до крупных медицинских центров и промышленных предприятий. Панели данной серии способны как на обособленную работу, так и в системе единого комплекса противопожарной защиты.

Структурная схема противопожарной системы «Esmi FX 3NET» представлена на рисунке 9.

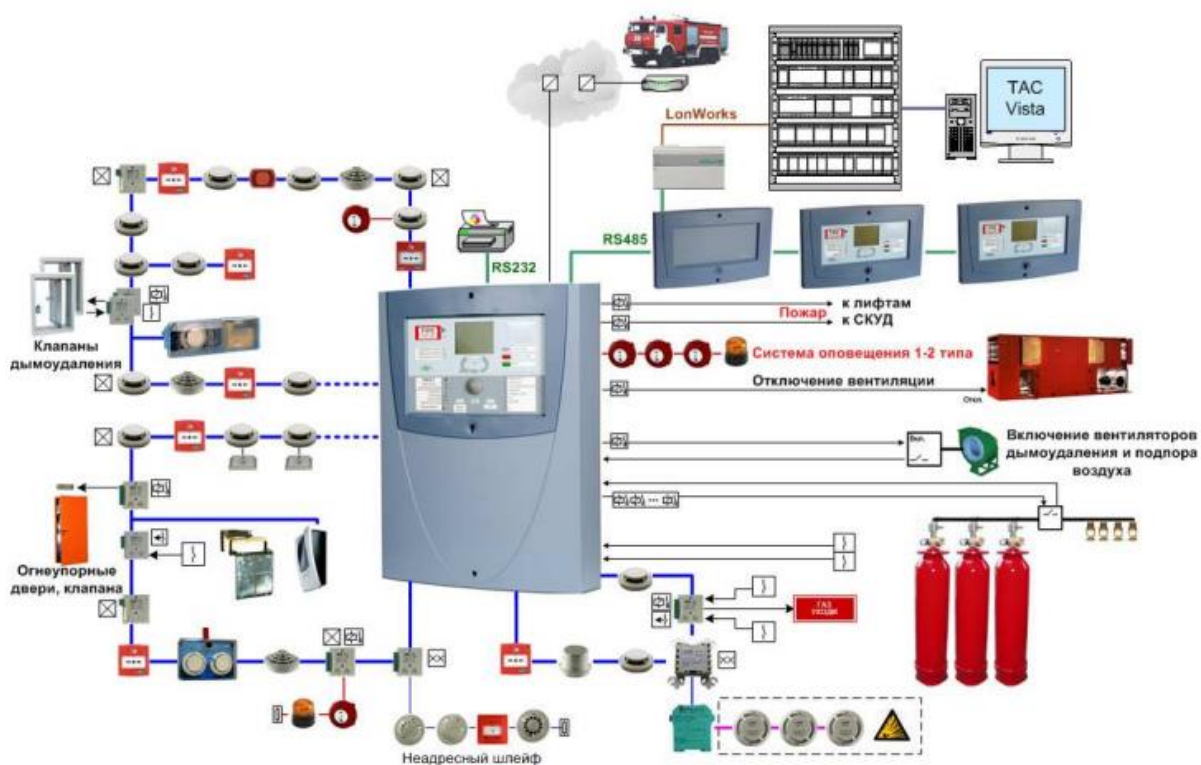


Рисунок 9 – Структурная схема адресно-аналоговой пожарной сигнализации компании «Esmi FX 3NET»

Панели FX NET/RU, применяемые в данной системе, совместимы с панелями и протоколами прошлого поколения, что позволяет модернизировать противопожарную систему, если она уже установлена на объекте, за счет замены устаревших модулей, а не менять всю систему целиком.

Связь между панелями и между оборудованием в системе,

производится, как и в случае «Болид» и «Рубеж», с помощью интерфейса RS-485. При этом поддерживается любой вариант шинной топологии.

Линии связи способны работать в режиме взаиморезервирования, то есть в случае обнаружения обрыва или другого аварийного режима, система автоматически перестроится на передачу по исправной линии с немедленным сообщением о соответствующей аварии.

К определенным достоинствам данной системы можно отнести то, что она достаточно проста в эксплуатации и, в зависимости от конфигурации, может устанавливаться на объектах любого типа. Также имеется достаточно оригинальное решение непосредственно на самой панели FX 3NET, где вместо стандартных кнопок установлен джойстик поворотного-нажимного типа, который ускоряет выбор необходимых функций. Также, как упоминалось ранее, данная система пожарной сигнализации может использоваться независимо, так и в комплексе с такими системами как СКУД, охрана и видеонаблюдение.

Проведя сравнительный анализ рынка пожарной автоматики, рассмотрев отечественные и импортные варианты оборудования, к установке в данном офисном здании была принята система компании «Болид».

2.3 Выбор оборудования для автоматизации системы оповещения и эвакуации людей при пожаре

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре является крайне важной, так как ее основополагающая задача – это оперативное и своевременное оповещение людей о возникновении пожара, обеспечение путей эвакуации и информирование о них. Весь этот комплекс мер предназначен для предотвращения потенциального ущерба человеческой жизни.

В соответствии СП 3.13130.2009 [16] данное офисное здание высотой в 3 этажа должно оснащаться СОУЭ 2-го типа. Для 2-го типа СОУЭ оповещение людей о возникновении пожара происходит за счет звуковых

сигналов, а управление эвакуацией с помощью световых указателей. Так как в предыдущем пункте к установке была принята адресная пожарная сигнализация, в составе которой присутствует пульт контроля и управления С2000М, стоит рассмотреть вариант интеграции системы СОУЭ.

Эффективным решением будет использовать контрольно-пусковой блок С2000-КПБ и приемно-контрольный прибор управления Сигнал-20М. Управление приборами системы будет осуществляться, через интерфейс RS-485, с помощью пульта управления С2000М.

Также необходимо предусмотреть модули звукового и светового оповещения.

Отдельно от системы адресной пожарной сигнализации система СОУЭ 2-го типа будет выглядеть так (рисунок 10).



Рисунок 10 – Система оповещения и управления эвакуации людей при пожаре 2-го типа на базе «Болид»

При совмещении двух систем получится так, что система СОУЭ будет приходить в действие от командного импульса, который будет задаваться адресной пожарной сигнализацией от сетевого контроллера С2000М. В таком случае будет соблюдаться основное достоинство системы «Орион», а именно наличие возможности территориально распределенного размещения оборудования на объектах. При этом блок С2000-КПБ желательно устанавливать в диапазоне нескольких метров от исполнительного

устройства. За счет этого решается проблема потенциально больших падений напряжений, а также появляется возможность экономии с помощью использования кабелей небольших сечений в пределах 1 мм².

Далее рассмотрим популярную систему СОУЭ, ближайший к компании «Болид» аналог, и, как в случае с адресной пожарной сигнализацией, ближайшим аналогом является фирма «Рубеж».

Системы компании «Рубеж» выполнены в соответствии с нормативной документацией [16], а потому СОУЭ 2-го типа у них также предусматривает обязательное звуковое оповещение и монтаж световых указателей «Выход». Также они допускают использование указателей направления движения и мигающих табличек.

Система СОУЭ компании «Рубеж» также прекрасно интегрируется в систему пожарной сигнализации, построенной на базе собственного оборудования [13].

Основным элементом в системе СОУЭ компании «Рубеж» является приемно-контрольный прибор Рубеж-2ОП выполненный на протоколе R3. Рубеж-2ОП является управляющим элементом всей системы, который получает сигналы от пожарной сигнализации и по заданному алгоритму действий формирует командующий сигнал на исполнительные устройства.

Обязательным элементом системы является блок индикации Рубеж-БИ, который в режиме реального времени отображает состояние каждого устройства внутри системы, с помощью индикаторных светодиодов.

Также необходимо предусмотреть Рубеж-ПДУ, который обеспечивает ручное дистанционное управление устройствами, которые подключены в Рубеж-2ОП.

Также в состав системы входят звуковые и световые оповещатели, работающие с использованием протокола R3.

Данная система предусматривает возможность использования как адресных, так и аналоговых устройств оповещения, управляемых с помощью релейных модулей.

Компания «Рубеж» также рекомендует сокращать длины линий питания блоков оповещения с целью сокращения потенциальных потерь напряжения.

Система СОУЭ 2-го реализованная на базе оборудования «Рубеж» должна выглядеть следующим образом (рисунок 11).

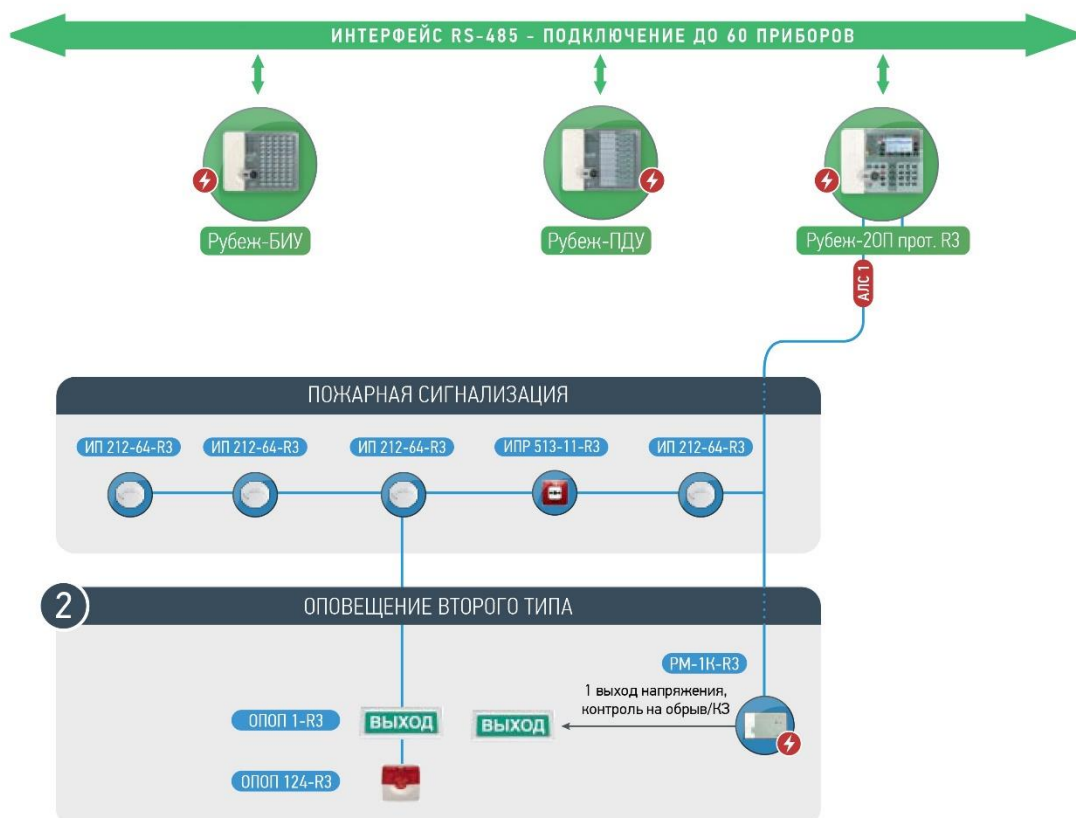


Рисунок 11 – Система оповещения и управления эвакуации людей при пожаре 2-го типа на базе «Рубеж»

Варианты выполнения системы СОУЭ обеих рассматриваемых фирм соответствуют нормативным документам и являются хорошими вариантами для установки на объекте. Так как существенной разнице в функционале оборудования не наблюдается, выбор будет сделан в пользу компании «Болид» так как появляется возможность интегрирования системы СОУЭ в уже, принятой к установке, систему адресной пожарной сигнализации тем самым создавая комплексное решение по противопожарной автоматике на

базе «Болид».

2.4 Выбор оборудования для системы предотвращения протечек воды

Последствия залива воды, как правило, подразумевают под собой большие финансовые потери, так как сам процесс залива способен нанести серьезный ущерб как бытовой или офисной технике, так и всему помещению, вплоть до стен, пола и потолков.

Пресечь потенциальную аварию заблаговременно – наиболее эффективный метод оградить себя от аварий в системе водоснабжения. На российском рынке представлено достаточно много оборудования по защите от протечек воды, от проводных, до беспроводных, но цель у компонентов данной системы одна – снизить вероятность протечки труб до минимума.

Достаточно бюджетной версией является система защиты от протечек воды фирмы ARMAControl (рисунок 12).



Рисунок 12 – Система предотвращения протечек воды ARMAControl

Данная система проста в монтаже и использовании, но при этом имеет

хорошие отзывы среди покупателей.

Датчики протечки в системе ARMAControl имеют чувствительные сенсоры с обеих сторон и, по заявлению производителя, гарантированно дадут сигнал о протечке воды.

Технические характеристики системы ARMAControl приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики ARMAControl

Параметр	Значение параметра
Напряжение питания, В	220
Максимальное количество подключаемых датчиков, шт.	8
Максимальное количество кранов в системе, шт.	4
Время срабатывания, с	18
Материал крана	Латунь
Давление, бар	16
Длина соединительного провода, м	0,5

Также стоит рассмотреть аналог под названием Neptun Aquacontrol (рисунок 13) от компании «Neptun».



Рисунок 13 – Система предотвращения протечек воды Neptun Aquacontrol

Данная система также предназначена для контроля, оперативного обнаружения и предотвращения протечки воды образовавшейся в системе водоснабжения или отопления офисных зданий. Данная система способна заблокировать подачу воды вплоть до устранения причин протечки и подаст сигнал о возникновении аварии с помощью звукового и светового оповещателя.

Технические характеристики системы Neptun Aquacontrol приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики ARMAControl

Параметр	Значение параметра
Напряжение питания, В	220
Максимальное количество подключаемых датчиков, шт.	20
Максимальное количество кранов в системе, шт.	6
Время срабатывания, с	18
Материал крана	Горячекованная латунь
Давление, бар	16
Длина соединительного провода, м	0,5

Из двух бюджетных систем предотвращения протечек воды, выбор сделан в пользу чуть более дорогой системы Neptun Aquacontrol за счет большего количество подключаемых датчиков и кранов к системе.

2.5 Выбор оборудования для автоматизации системы освещения

Освещение является достаточно энергопотребляемой систем в офисном здании, особенно если компания предусматривает различные графики работы. Нерациональное использование осветительной арматуры может привести к значительным финансовым потерям, что для компаний, принадлежащих к малому бизнесу, может стать критичным. А потому

автоматизация системы освещения является крайне актуальным вопросом.

Одним из возможных решений по автоматизации управления освещением офисного здания, может являться контроллер «EasyHomePLC5.2» от бренда «EasyHome». При помощи данного контроллера становится возможным полноценно использовать функционал проектируемой «smart» системы и оптимизировать и другие технологические системы.

Данное устройство является программируемым логическим контроллером со встроенными 32мя входами и 34ю выходами, включая 9 силовых реле с током коммутации до 16А.

Так как данный контроллер является решением по комплексной автоматизации офисных, или домашних систем, то для управления и диммирования освещения, к нему необходимо подключить светодиодный регулятор освещения типа «EasyHomeDIM6»

Данный светодиодный регулятор освещения, или же диммер, имеет по 6 каналов для регулирования освещения, интерфейс RS485 для управления по протоколу Modbus RTU, по 6 универсальных входов ADI для подключения по локальной сети выключателей и датчиков. Каждый канал регулирования можно настроить индивидуально для каждой группы светильников.

Пользователь может осуществлять управление системой освещения через графический интерфейс «EasyHome», который разработан под все актуальные операционные системы, с помощью компьютера, при условии его подключения к локальной сети, со смартфона, а также на месте от клавишных выключателей.

Данный диммер находится в режиме постоянного мониторинга, за счет чего на центральном пульте управления, отображаются следующие данные:

- актуальность версии прошивки ПО;
- сетевые настройки;
- исправность встроенного АЦП;

- состояние выходных каналов;
- температура внутри корпуса и самого микропроцессора (автоматическое аварийное отключение в случае перегрева);
- наличие напряжения на вводах L и N;

В офисном здании множество помещений в которых выполняются разные виды работ, и у них, соответственно, будут разные уровни освещенности, а, следовательно, применение диммера типа «EasyHomeDIM6», является оптимальным и экономически-обоснованным решением в силу того, что каждый выходной канал можно настроить на определенные параметры.

Также одним из вариантов управления освещением может являться достаточно популярное решение в виде протокола «DALI» [30].

Данный протокол изначально был разработан для управления осветительными приборами и основывается на том, что каждый бит данных кодируется за счет перепада от низкого сигнала к более высокому и наоборот. Иными словами – это позволяет производить регулирование интенсивности освещения в каждом помещении или на отдельном взятом участке, если речь идет о крупном объекте.

Сеть, функционирующая на протоколе «DALI», должна состоять из управляющего контроллера и осветительных приборов. Образуется иерархия управляющего и управляемого устройства. Передача данных производится на скорости до 1200 бит/с. Напряжение для логического нуля будет в диапазоне $0 \pm 4,5$ В, а напряжение логической единицы в пределах $16 \pm 6,5$ В.

Шина, к которой подключаются все задействованные осветительные приборы, должна нормально находиться под напряжением, так как в случае исчезновения данной величины все светильники перейдут в аварийный режим и, затем, выключатся. Данная шина предусматривает параллельное соединение всех элементов в одной сети. Питание данной шины происходит непосредственно от самого контроллера. К одной шине возможно

подключить до 64 светильников. Также устройство способно осуществлять до 16 различных световых сценариев в произвольной комбинации, хранить и передавать информацию о различных изменяемых параметрах системы. Также имеется возможность регулировать яркость каждого светильника по шкале от 0 до 254.

Каждое устройство в системе должно иметь свой уникальный адрес и может быть отнесено к одной или нескольким группам. Подключение устройств DALI к вышестоящим системам должны осуществляться через шлюзы. За счет этого выполняется прямой обмен информацией между светильниками и аппаратами автоматизации.

Сообщение, передаваемое от контроллера к светильнику, состоит из 16 бит и одного начального бита. Сообщение может быть адресовано как отдельному светильнику, так и группе светильников. Многие современные светильники короткий адрес может быть не задан, в таком случае, управлять каждым по отдельности не представляется возможным. Светильники такого типа реагируют только на команды, именуемые широковещательными. Если подобный способ управления не устраивает, то есть возможность задать короткий адрес любому светильнику, для этого необходимо его инициализировать. Светильники при этом могут иметь любой источник света, данный протокол совместим с любым типом лампы.

Некоторые команды должны передаваться дважды с заданным интервалом не более 100 мс. На некоторые команды, такие как запрос текущей яркости или запрос типа подключенного устройства, светильник отправляет ответное сообщение.

Также с помощью системы DALI имеется возможность производить мониторинг и диспетчеризацию освещения через компьютер или умный щит.

В процессе анализа систем управления освещения, наиболее целесообразным представился протокол DALI, так как в состав объекта входят помещения с разным уровнем освещенности, для которых должны быть использованы свои сцены освещения.

Для реализации управления освещением с помощью протокола DALI был выбран шлюз MODBUS DALI GW2 (рисунок 14) от компании «Rainbow».



Рисунок 14 – Шлюз DALI GW2 для управления освещением

Данный шлюз способен интегрироваться в сегмент системы управления освещением и позволяет управлять многочисленными устройствами определенными протоколом DALI.

Данный шлюз включает в себя функцию работы на протоколах MODBUS, как и, выбранный ранее, умный щит.

В качестве осветительных приборов на объекте выбраны светодиодные светильники, так как на данный момент они являются наиболее энергоэффективными. Так как в проектируемой системе будет использоваться протокол DALI, то и светильники нужно выбирать, соответственно, поддерживающие данный протокол. Среди отечественных производителей светильники, поддерживающие протокол DALI выпускают несколько светотехнических заводов, в том числе «Световые технологии» и

«Varton».

2.6 Выбор оборудования для автоматизации системы учета электроэнергии

Так как с установленными на данный момент счетчиками вести автоматизированный учет потребляемой энергии не представляется возможным, необходима установка современных интеллектуальных счетчиков [27].

Интеллектуальными счетчиками электроэнергии называют счетчики современного типа, которые способны определять и фиксировать показания потребления более точно и детально. Данные счетчики укомплектованы коммуникационными средствами для считывания, накопления, и запоминания информации в режиме online, способны оповещать о потерях электроэнергии и осуществлять постоянный мониторинг качества энергоносителя. Использование таких счетчиков является плюсом не только для конечного потребителя, который получает возможность меньше платить, но и для управляющих компаний, для которых значительно снизится финансовая нагрузка. Интеллектуальные счетчики автоматизируют проводимые расчеты, что позволит быстрее и точнее составлять квитанции, на оплату и, как следствие, ускорит поступление платежей.

Отличительной особенностью счетчиков данного типа можно назвать усовершенствованную измерительную инфраструктуру (AMI), которая обеспечивает двухстороннюю связь с измерителем.

Коммуникационные средства могут выполняться как традиционно проводными соединениями, так и с помощью беспроводной сети.

Для внедрения системы автоматизированного учета энергоресурсов в интеллектуальную систему управления энергопотребления офисного здания, следует рассмотреть интеллектуальный счетчик типа PowerLogic ION7650 (рисунок 15) от компании «Schneider Electric».



Рисунок 15 – Счетчик и анализатор качества электроэнергии типа ION7650

Данные счетчики способны измерять различные функции и осуществлять подробный анализ качества электроэнергии системы, а также точно рассчитывать ее стоимость. Ко всему прочему интеллектуальный счетчик PowerLogic ION7650 обладает многими коммуникационными возможностями и поддерживает большинство web-технологий применимых к счетчикам.

Также к функционалу данного счетчика можно причислить:

- анализ эффективности, потерь и нагрузок в режиме реального времени;
- проверка счетов, учет энергии, расходуемой отдельными потребителями, и распределение расходов;
- контроль соответствия качества электроэнергии предъявляемым требованиям;
- оповещение в случае нарушения нормальной работы и мгновенная диагностика;
- управление энергопотреблением и, при необходимости,

регулирование коэффициента мощности.

Использование счетчика данного интеллектуального счетчика позволяет:

- значительно снизить на электроэнергию;
- повысить качество передаваемой электроэнергии и сократить количество отказов и сбоев в работе;
- увеличить производительность оборудования.

Для грамотного функционирования системы автоматического учёта электроэнергии, важно свести всю информацию, поступающую со счетчиков, в единый пункт, который будет осуществлять мониторинг, накопление и передачу информации. Для оборудования бренда «Schneider Electric» таковым может быть программное обеспечение для мониторинга «EcoStruxure Power Monitoring Expert».

Данное программное обеспечение является комплексным решением по анализу потребляемых энергоресурсов и подходит для внедрения как в офисных зданиях, так и на промышленных предприятиях. ПО предоставляет всю актуальную информацию для оптимизации расходов энергии. За счет данного ПО происходит контроль за состояниями инженерных систем и качеством подаваемой электроэнергии. Также благодаря этому ПО появляется возможность спланировать профилактическое техническое обслуживание, направленное на увеличение срока службы оборудования.

Системная архитектура «EcoStruxure Power Monitoring Expert» позволяет интеллектуальному счетчику PowerLogic ION7650 легко интегрироваться с широким диапазоном оборудования и сторонними системами, например, с умным щитом от той же фирмы производителя «Schneider Electric» за счет поддержки протоколов Modbus.

Недостатком данного интеллектуального счетчика является то, что он относительно устарел, а его более современные аналоги имеют слишком большие сроки поставки.

В связи с этим стоит рассмотреть счетчик Меркурий 234 ART (рисунок

16) популярного производителя «Incotex Electronics Group».



Рисунок 16 – Счетчик Меркурий 234 ART

Данный счетчик осуществляет хранение, накопление и передаче полученных данных с помощью проводного интерфейса RS-485. Счетчик включает в себя следующий функционал:

- измерение мгновенных значений активной, реактивной и полной мощности;
- ведение учета потерь напряжения электрической сети и измерение углов между фазными напряжениями;
- измерение частоты сети и многое другое;

Также данный счетчик ведет журнал событий, в том числе добавляет записи в нестираемые журналы в случае попытки несанкционированного доступа.

Как и в случае с счетчиком компании «Schneider Electric», показания и информацию со счетчика Меркурий 234 ART тоже должна поступать в единый пункт мониторинга. В данном случае можно вновь обратиться к

фирме «Болид» и к ее разработкам собственной автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) «Ресурс».

АСКУЭ «Ресурс» является комплексом аппаратных и программных средств для обеспечения удаленного автоматизированного сбора показаний приборов учета ресурсов. Данные о потребляемых ресурсах автоматически выгружаются в программу 1С: Управление ЖКХ в виде таблицы Excel.

Основными достоинствами АСКУЭ «Ресурс» можно назвать:

- отсутствие абонентской платы;
- возможность установки как на компьютер, так и на сервер клиента;
- гуманная цена;
- полная совместимость с любыми интеллектуальными приборами учета по интерфейсу RS-485.

Данное программное обеспечение предусматривает возможность разделения информационного канала для импульсных и цифровых счетчиков.

Пример структуры информационного канала для цифровых счетчиков приведен на рисунке 17.

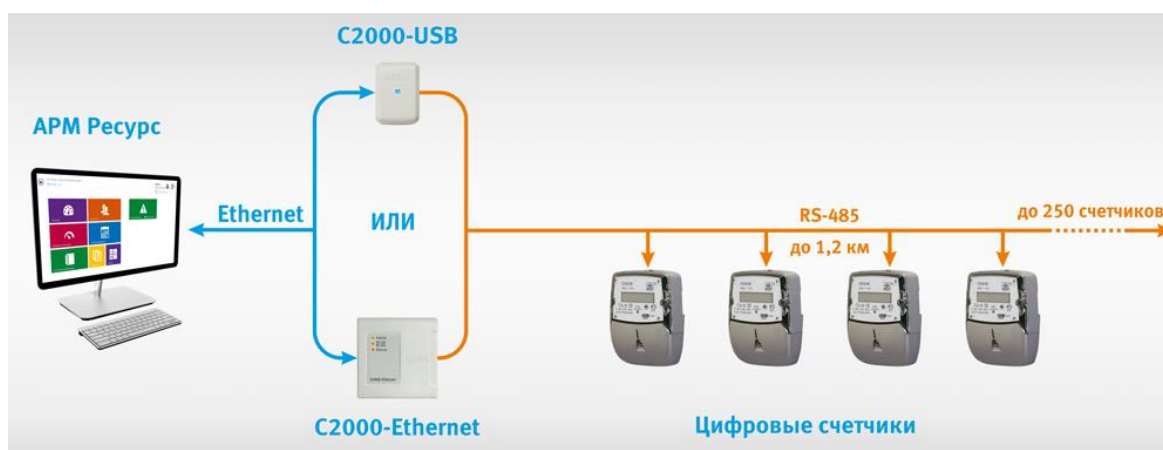


Рисунок 17 – Структура информационного канала для цифровых счетчиков

Выводы ко второму разделу

1. Сделано заключение, что развитие интеллектуальных систем управления привело к увеличению количества оборудования и конкурентной ситуации на рынке высокотехнологичного оборудования.

2. Оборудование систем автоматизации является дорогостоящим, а потому перед совершением покупки необходимо проанализировать рынок на наличие аналогов в каждой ценовой категории.

3. Изучен вопрос дилеммы выбора между отечественным и зарубежным производителем, при котором необходимо верно оценить финансовые возможности, срок окупаемости продукции, доступность данного оборудования, и наличие всех необходимых сертификатов соответствия.

3 Анализ показателей эффективности от внедрения интеллектуальной системы управления

В современном мире развитие энергетической отрасли тесно связано с необходимостью сокращения уровня потребления энергоресурсов [25]. Как следствие на западном и отечественном рынке недвижимости, образуется тенденция внедрения новых интеллектуальных систем управления и широкий спектр решений по автоматизации инженерных систем здания, цель которых заключается в снижении расходов на их эксплуатацию, и повышении уровня энергоэффективности объекта.

Существенным недостатком интеллектуальных систем управления, на данный момент, является их стоимость. Заранее определить итоговую цену внедрения подобной системы проблематично, так как внедрение подразумевает под собой как проектирование, так и монтаж оборудования.

Если оценить текущее состояние многих офисных зданий, не останется сомнений, что на объекте ведется нерациональное потребление энергоресурсов, и многое оборудование, начиная системой управления освещением, заканчивая коммутационным оборудованием, требует немедленной замены. При разработке интеллектуальной системы управления важно выделить группу подсистем, чьей модернизацией необходимо заняться в первую очередь, а именно:

- система вентиляции;
- система управления освещением;
- система пожарной защиты и оповещения людей при пожаре;
- охранная система.

Ожидаемые результаты демонстрируют важность введения интеллектуальной системы управления. Чтобы оценить эффективность от внедрения системы, проводят экономический анализ здания до и после внедрения систем управления инженерными системами.

Сама интеллектуальная система управления, по сути своей, прибыль не приносит, но благодаря ней достигается значительная экономия на издержках оборудования, следовательно, оказывается косвенный экономический эффект на показатели офисного здания. Важную роль, в процессе окупаемости, играет значительное уменьшение эксплуатационных расходов и увеличение производительности труда сотрудников.

Для того, чтобы убедиться в эффективности внедряемой системы, необходимо провести технико-экономический анализ здания до и после внедрения интеллектуальной системы управления.

3.1 Эксплуатационные расходы до и после внедрения интеллектуальной систем управления

Эксплуатационные расходы являются комплексным понятием, под которым подразумевается сразу несколько расходов, таких как:

- энергоресурсы;
- содержание офисных помещений;
- содержание сотрудников компании;
- прочие расходы;

Важно учитывать, что экономическая эффективность, при снижении уровня потребления энергоресурсов, зависит от цены на энергоресурсы в отдельно взятом регионе страны. Поэтому, при проведении экономического анализа здания, до и после внедрения систем управления инженерными системами, используют актуальные тарифы на энергоресурсы, действующие в области, в которой располагается объект.

За счет внедрения интеллектуальной системы управления инженерными системами становится возможным регулировать продолжительность отопительного сезона, в зависимости от желания заказчика. Для дальнейших расчетов будет использована длина отопительного сезона по Самарской области общей длительностью в 203 дня [14].

Для обоснования экономической эффективности от снижения эксплуатационных расходов необходимо выполнить сравнение энергопотребления офисного здания до и после внедрения системы управления.

Для дальнейших расчетов будут использованы тарифы на энергоресурсы, действующие на территории Самарской области. Соответствующий расчет произведен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет энергопотребления

Наименование	Энергопотребление за год до внедрения системы,	Энергопотребление за год после внедрения системы,	Цена за единицу энергии, руб.	Итоговая выгода, руб./м ²
Электроэнергия	330 кВт·ч/м ²	190 кВт·ч/м ²	3,02	423
Отопление и ГВС	0,34 Гкал/м ²	0,225 Гкал/м ²	1610,40	185,2
Холодная вода	0,05 м ³ / м ²	0,031 м ³ / м ²	23,02	2

По следующей форме произведем расчет годовой экономии за счет снижения эксплуатационных расходов:

$$Z_2 = P_{r1} - P_{r2}, \#(1)$$

$$Z_2 = 610 \text{ тыс.руб.}$$

где Z_2 – итоговая экономия за год;

P_{r1} – стоимость потребляемых энергоресурсов за год до внедрения интеллектуальной системы управления;

P_{r2} – стоимость потребляемых энергоресурсов за год после внедрения интеллектуальной системы управления.

Прочие расходы, как правило, составляют около 3% от общей суммы всех расходов на потребление энергоресурсов:

$$Z_3 = 18 \text{ тыс.руб.}$$

Так как расходы на содержание здания никак не зависят от внедрения интеллектуальной системы управления, данным параметром можно пренебречь.

Итого получаем:

$$P_{1-2} = 628 \text{ тыс.руб.}$$

3.2 Повышение производительности труда сотрудников

Экономия за счет повышения производительности труда достигается в силу уменьшения количества времени, затрачиваемого на выполнение определенных задач.

Количество сотрудников в штате составляет около 100 человек, а средняя заработная плата составляет 35 тысяч рублей. Дальнейший расчет будет примерным, так как за основу будет использовано отдельно взятое офисное здание.

Расходы на содержание сотрудников компании рассчитываются по формуле:

$$Z_{\Pi} = n_i \cdot z_i \cdot \left(1 + \frac{A_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{A_{\Pi}}{100}\right) \quad \#(2)$$

$$Z_{\Pi} = 100 \cdot 35 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{34}{100}\right)$$

$$Z_{\Pi} = 5\,628\,000 \text{ р.}$$

где n_i – численность персонала, выполняющего определенный вид работ;

z_i – средняя зарплата рабочего персонала за год;

A_c – отчисления на социальное страхование, выраженное в процентной доле;

A_{Π} – средний процент премий за год.

Повышение производительности труда определяется по формуле [3]:

$$P_i = \left(\frac{\Delta T_i}{F_j - \Delta T_j} \right) \cdot 100 \quad \#(3)$$

где P_i – повышение производительности, выраженное в процентах;

ΔT_j – сэкономленное время, выраженное в минутах;

F_j – затраченное время на выполнение определенной задачи, до внедрения интеллектуальной системы управления;

Расчет повышения производительности труда выполнен в таблице 8.

Таблица 8 – Повышение производительности труда рабочего персонала

Наименование	До внедрения системы, мин.	После внедрения системы, мин.	Повышение производительности труда, %.
Сбор данных	120	60	100
Оформление рабочей документации	300	160	87,5
Оформление сметы	100	60	66,7
Оформление документов на оплату	40	20	100
Анализ данных	150	80	87,5

Экономия за счет повышения производительности труда сотрудников, определяется по формуле:

$$\Delta P_{\Pi} = Z_{\Pi} \cdot \sum \frac{P_i}{100} \quad \#(3)$$

$$\Delta P_{\Pi} = 2\,858\,876 \text{ р.}$$

Итоговую экономию за год можно рассчитать, как сумму экономии эксплуатационных расходов и экономии за счет повышения производительности труда сотрудников, или, если записать следующей формулой [4]:

$$\mathcal{E}_p = P_1 + \Delta P_{\Pi} \quad \#(4)$$

$$\mathcal{E}_p = 628 + 2\,858,876$$

$$\mathcal{E}_p = 3\,486\,876 \text{ р.}$$

где P_1 – экономия за счет сокращения потребления энергоресурсов;

ΔP_{Π} – экономия за счет повышения производительности труда сотрудников.

3.3 Стоимость внедрения интеллектуальной системы управления

Расчет стоимости внедрения интеллектуальной системы управления будет нести приблизительный характер, так как наиболее дорогой составляющей расчета является непосредственно само оборудование автоматизации, в стоимость которого входит доставка, монтаж и прочее.

Стоимость внедрения оборудования системы управления можно рассчитать по следующей формуле:

$$S_1 = S_{\text{об}} + S_{\text{спец}} + S_{\text{изд}} \quad \#(5)$$

где $S_{\text{об}}$ – суммарная стоимость оборудования внедряемой системы;

$S_{\text{спец}}$ – суммарная стоимость работы специалистов;

$S_{\text{изд}}$ – суммарная стоимость издержек.

После проведенного анализа рынка оборудования для системы «smart office» можно рассчитать приблизительную стоимость оборудования автоматизации:

$$S_{об} = 4000000 \text{ р.}$$

Далее необходимо рассчитать стоимость работы проектной и монтажной организаций, которая будет напрямую зависеть от количества времени и уровня сложности проводимых работ [12]. Приблизительное время выполнения работ можно определить по следующей формуле:

$$Z_{П} = \frac{(3 \cdot T_{min} + 2 \cdot T_{max})}{5} \quad \#(6)$$

где T_{min} – минимальное время проводимых работ;

T_{max} – максимальное время проводимых работ;

Для расчета времени, необходимого на проведения проектных и монтажных работ, составим соответствующую таблицу (таблица 9):

Таблица 9 – Расчет затрачиваемого времени на проектирование и монтаж интеллектуальной системы управления

Наименование работ	Длительность проводимых работ, дня(-ей)		
	Мин.	Макс.	Ожид.
Составление ТЗ	1	5	3
Выполнение стадии КП (концепт проекта)	8	12	10
Разработка проектной документации	10	15	12
Разработка рабочей документации	15	20	18
Составление сметной документации	5	7	6
Закуп оборудования	1	3	2
Полный демонтаж старого оборудования	5	8	6

Продолжение таблицы 9

Наименование работ	Длительность проводимых работ, дня(-ей)		
	Мин.	Макс.	Ожид.
Монтаж интеллектуальной системы управления	12	18	15
Пусконаладочные работы	7	10	8
Установка необходимого ПО для оборудования системы	2	5	3
Проверка системы	2	4	3
Сдача проекта	1	21	1

Из таблицы 3 можно сделать вывод, что время ожидаемое время выполнения работ составляет:

$$T = 87 \text{ дней.}$$

Стоимость работы сотрудников проектной и монтажной организации рассчитаем по следующей формуле:

$$S_{\text{спец}} = z_i \cdot T_0 \cdot \left(1 + \frac{A_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{п}}}{100}\right) \quad \#(7)$$

$$S_{\text{спец}} = 4\,896\,360 \text{ р.}$$

где n_i – численность персонала, выполняющего определенный вид работ;

z_i – средняя зарплата рабочего персонала за год;

A_c – отчисления на социальное страхование, выраженное в процентной доле;

$A_{\text{п}}$ – средний процент премий за год.

Непредвиденные и прочие расходы могут составлять до 50% от выплат заработной платы сотрудникам:

$$S_{\text{изд}} = 2\,448\,180 \text{ р.}$$

Итого по формуле (5) можно рассчитать итоговую стоимость внедрения оборудования системы управления:

$$S_1 = 11\,344\,540 \text{ р.}$$

Итоговая стоимость внедрения оборудования системы управления составляет 11 344 540 р.

Выводы к третьему разделу

1. Согласно расчетам, основную роль в экономии, при монтаже интеллектуальной системы управления, играет повышение производительности труда рабочего персонала.
2. Расчет показали, что определенная часть экономии также достигается за счет уменьшения эксплуатационных расходов.
3. Итоговая стоимость автоматизации составила 11 344 540 рублей.

Заключение

1. Проанализировано, что система электроснабжения здания содержит множество устаревших и неэффективных элементов.

2. Проанализировано, что современное оборудование автоматизации инженерных систем является сравнительно дорогостоящим, следовательно, для его установки, настройки и последующего технического сопровождения понадобится высококвалифицированный персонал.

3. Сделан вывод, что при проектировании необходимо пользоваться всеми актуальными нормативными документами с целью добиться наибольшей энергоэффективности данного объекта.

4. Сделано заключение, что развитие интеллектуальных систем управления привело к увеличению количества оборудования и конкурентной ситуации на рынке высокотехнологичного оборудования.

5. Оборудование систем автоматизации является дорогостоящим, а потому перед совершением покупки необходимо проанализировать рынок на наличие аналогов в каждой ценовой категории.

6. Изучен вопрос дилеммы выбора между отечественным и зарубежным производителем, при котором необходимо верно оценить финансовые возможности, срок окупаемости продукции, доступность данного оборудования, и наличие всех необходимых сертификатов соответствия.

7. Согласно расчетам, основную роль в экономии, при монтаже интеллектуальной системы управления, играет повышение производительности труда рабочего персонала.

8. Расчет показали, что определенная часть экономии также достигается за счет уменьшения эксплуатационных расходов.

9. Итоговая стоимость автоматизации составила 11 344 540 рублей.

На основе существующих объектов можно сделать вывод о том, что срок окупаемости от внедрения интеллектуальной системы управления энергопотреблением, составит не более 3-5 лет.

Список используемых источников

1. Адресная система ОПС Рубеж. Описание и конфигурирование адресной системы ОПС Рубеж [Электронный ресурс] : – URL: <https://td.rubezh.ru/products/detail.php?ID=1964> (дата обращения 25.12.20)
2. Адресно-аналоговая система пожарной сигнализации ESMI FX 3NET. Документация оборудования [Электронный ресурс] : – URL: <https://www.se.com/ru/ru/work/products/product-launch/esmi/dokumentaciya.jsp> (дата обращения 25.12.20)
3. ГОСТ 31565-2012 Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. [Электронный ресурс] : введ. 01.01.2014. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101754> (дата обращения 15.12.20).
4. ГОСТ 31819.21-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2 (с Поправкой). [Электронный ресурс]: введ. 01.01.2014. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101754>(дата обращения 10.11.20).
5. Едзиева З.Т. Автоматизация системы контроля и учета электроэнергии // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. 2017. № 4. С. 13-16.
6. Каталог продукции компании Schneider-Electric [Электронный ресурс] : – URL: <https://www.schneider-electric.ru/ru/all-products/> (дата обращения 15.11.20).
7. Каталог продукции компании Болид [Электронный ресурс] : – URL: https://bolid.ru/files/491/669/h_7abae323f5ffd9ba5153b4e1cde7e139 (дата обращения 15.12.20)
8. Каталог. Адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации ESMI [Электронный ресурс] : – URL: https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Adresno-

analogovie_sistemi_pozharnoy_signalizatsii_ESMI.pdf&p_Doc_Ref=catalog_ESMI (дата обращения 15.01.21)

9. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с развитием систем учета электрической энергии (мощности) в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.12.2018 № 522. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314661/ (дата обращения 25.10.20).

10. Паолетти Дж., Херман Г. Мониторинг показателей отказов электротехнического оборудования и сведения плановых отключений к нулю: прошлое, настоящее и будущее методов технического обслуживания // СФЕРА. Нефть и газ. 2015. № 3 (47). С. 142-151.

11. Правила устройства электроустановок ПУЭ-6 и ПУЭ-7. М.: Норматика, 2018. 462 с.

12. Расчет экономического эффекта от внедрения системы автоматизации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://antegra.ru/expert/raschet-ekonomicheskogo-effekta-ot-vnedreniya-sistemy-avtomatizatsii/> (дата обращения: 28.04.21).

13. Система оповещения (СОУЭ). Системы оповещения и управления эвакуацией [Электронный ресурс] : – URL: https://td.rubezh.ru/designers/solutions/index.php?ELEMENT_ID=5986 (дата обращения 25.12.20)

14. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* [Электронный ресурс] : введ. 01.01.2013 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095546> (дата обращения 25.03.21).

15. 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 16.04.20).

16. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. [Электронный ресурс] : введ. 01.05.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения 05.11.20).

17. 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 25.10.20).

18. СП 6.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. [Электронный ресурс] : введ. 25.01.2013 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100259> (дата обращения 05.11.20).

19. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. [Электронный ресурс] : введ. 17.06.2016 URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054205> (дата обращения 15.04.20).

20. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. [Электронный ресурс] : введ. 25.02.2013 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148> (дата обращения 28.10.20).

21. СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. [Электронный ресурс] : введ. 01.05.2009 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148> (дата обращения 28.10.20).

22. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2009 № 384 (ред. от 02.07.2013). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения 25.09.19).

23. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения 30.10.19)

24. Техническое обслуживание системы пожарной сигнализации и СОУЭ 1-2 типа в ИСО «Орион» [Электронный ресурс] : – URL: https://bolid.ru/files/491/669/h_16a960dc05b207f763ad7c160557b1ae (дата обращения 20.12.20)

25. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 25.03.21).

26. 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 15.11.20).

27. Energy Audit as a Tool for Improving System Efficiency in Industrial Sector. [Электронный ресурс] : – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/27057852.pdf> (дата обращения 10.03.21).

28. Navigant Research names top provider for Energy as a Service (EaaS) [Электронный ресурс] : – URL: <https://www.se.com/ww/en/work/products/medium-voltage-switchgear-and-energy-automation/news/2019/navigant-eaas.jsp> (дата обращения 25.11.20).

29. Novel Fast Transfer System. How to Ensure Electrical Safety, Maintain Process Continuity and Deliver Equipment Cost Savings. [Электронный ресурс] : – URL: (дата обращения 10.12.20).

30. Sysala T., Pribyslavsky J., Neumann P. Using microcomputers for lighting appliance control using a DALI bus // 20th International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers. 2016. Vol. 76. PP. 1-6