

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра управления инновациями (УИ)

К ЗАЩИТЕ ДОПУСТИТЬ
Заведующий кафедрой УИ,
к.ф.-м.н., доцент
_____ Г.Н. Нариманова
« ___ » _____ 2020 г.

**РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

Магистерская диссертация

по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»

Выполнил:
Студент гр. 038–М
_____ И.А. Старожилов
« ___ » _____ 2020 г.

Руководитель:
Доцент кафедры УИ,
к.ф.-м.н., доцент
_____ М.Е. Антипин
« ___ » _____ 2020 г.

Консультант:
Ведущий специалист ООО
«ЭлеТим»
_____ А.А. Зоркальцев
« ___ » _____ 2020 г.

Томск 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра управления инновациями (УИ)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой УИ,

к.ф.-м.н., доцент

_____ Г.Н. Нариманова

« ___ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу (ВКР)

студенту гр. 038–М факультета инновационных технологий

Старожилову Ивану Александровичу

- 1. Тема ВКР:** Разработка стенда для изучения автоматизированной системы пожаротушения.
- 2. Цель ВКР:** Разработать стенд и методическое обеспечение для обучения наладчиков систем автоматизированного пожаротушения.
- 3. Задачи ВКР:**
 1. Изучение статистики пожаров на промышленных предприятиях за 2017–2019 годы.
 2. Обзор видов пожарных извещателей.
 3. Обзор и исследование патентов-аналогов разрабатываемого стенда.
 4. Исследование используемых в современных противопожарных системах интерфейсов и протоколов.
 5. Исследование установки связи между приборами приёмно-контрольными и извещателями пожарными в известных противопожарных системах.
 6. Проектирование стенда автоматизированной системы пожаротушения.
 7. Написание требований к стенду по пожарной безопасности.
 8. Разработка методических указаний для лабораторных работ.
- 4. Срок сдачи ВКР в ГЭК:** « ___ » _____ 2020 г.

5. Технические требования: Текст ВКР оформляется в соответствии с требованиями стандарта ОС ТУСУР 01-2013, в печатном виде с использованием персонального компьютера на бумаге формата А4 и сдаётся на кафедру в сброшюрованном виде.

6. Дата выдачи задания: «___» _____ 2020 г.

Руководитель:

Доцент кафедры УИ, к.ф.-м.н., доцент _____ М.Е. Антипин

Задание принял к исполнению:

«___» _____ 2020 г.

студент _____ И.А. Старожилов

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объёмом 97 страниц состоит из введения, 3 глав, заключения, 39 рисунков, 4 таблиц, 106 используемых источников и 6 приложений.

Ключевые слова: извещатель, интерфейс, протокол, предприятие, система, схема, RS-485, Ethernet, ПЛК, ППК, ЭЛСИМА, алгоритм.

Работа выполнена на базе ООО «ЭлеТим», одной из ведущих компаний по разработке компьютерного программного обеспечения для программируемых логических контроллеров в Томске.

Объектом исследования является система пожаротушения на промышленном объекте. Предметом исследования является стенд для проведения практических и лабораторных работ по изучению автоматизированной системы пожаротушения в отсутствие условий ЧС.

Целью работы является разработка учебно-лабораторного стенда для изучения автоматизированной системы пожаротушения на промышленном объекте.

В процессе разработки стенда была изучена статистика пожаров на промышленных предприятиях за 2017–2019 годы; рассмотрены виды пожарных извещателей; исследованы патенты-аналоги разрабатываемого стенда; исследованы используемые в современных противопожарных системах интерфейсы и протоколы; исследован принцип установки связи между приборами приёмно-контрольными и извещателями пожарными в известных противопожарных системах; спроектирован стенд автоматизированной системы пожаротушения; изучены российские, европейские и международные правила по пожарной безопасности и на их основе были написаны требования к разрабатываемому стенду; разработаны методические указания по подключению пожарных извещателей к ПЛК «ЭЛСИМА», по управлению системой и по настройке автоматизированного рабочего места оператора противопожарной системы для дальнейшей работы на верхнем уровне системы.

ABSTRACT

The graduation qualification work includes 97 pages and consist of an introduction, 3 chapters, conclusion, 39 figures, 4 tables, 106 sources used and 6 applications.

Keywords: detector, interface, protocol, enterprise, system, circuit, RS-485, Ethernet, PLC, PPK, ELSIMA, algorithm.

The object of study is a fire extinguishing system at an industrial facility. The subject of the study is a stand for practical and laboratory work on the study of an automated fire extinguishing system in the absence of emergency conditions.

The purpose of the work is to develop an educational laboratory stand for studying an automated fire extinguishing system at an industrial facility.

During the development of the stand, Russian, fire statistics at industrial enterprises for 2017–2019 were studied; types of fire detectors are considered; patents-analogues of the developed stand were studied; the interfaces and protocols used in modern fire fighting systems have been investigated; the principle of establishing communication between the control panels and fire detectors in known fire systems has been investigated; Designed a stand for an automated fire extinguishing system; studied Russian, European and international fire safety rules and based on them were written requirements for the developed stand; guidelines for connecting fire detectors to PLC "ELSIMA", for managing the system and setting up an automated workstation for the operator of the fire system for further work at the upper level of the system have been developed.

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение..... | 8 |
| 1 Изучение статистики пожаров и видов пожарных извещателей | 13 |
| 1.1 Статистика пожаров на предприятиях за 2017–2019 годы | 13 |
| 1.2 Виды и типы пожарных извещателей | 18 |
| 2 Исследование современных стендов для изучения противопожарных систем... | 22 |
| 2.1 Патентный обзор систем–аналогов | 22 |
| 2.2 Исследование используемых интерфейсов и протоколов в современных пожарных системах..... | 29 |
| 2.3 Исследование установки связи между приборами приёмно-контрольными и извещателями пожарными в известных противопожарных системах | 32 |
| 3 Разработка стенда для изучения автоматизированной системы пожаротушения | 38 |
| 3.1 Принципиальная схема стенда..... | 38 |
| 3.1.1 Программируемый логический контроллер «ЭЛСИМА» компании «ЭлеСи»..... | 40 |
| 3.1.2 Модуль удалённого ввода–вывода Элсима-D01..... | 41 |
| 3.1.3 Сигнализатор многоканальный адресуемый пожарный МС-АП-01 | 42 |
| 3.1.4 Источник питания EF A 1AC/24 DC-1 | 42 |
| 3.1.5 Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИПД-3.2 НЗ..... | 43 |
| 3.1.6 Сирена сигнальная «Флейта-12В» | 44 |
| 3.1.7 Оповещатель световой «Призма-100» | 44 |
| 3.1.8 Вентилятор Evercool EC4020H12B | 45 |
| 3.1.9 Модуль порошкового пожаротушения «Эпотос Буран-0.3м1» | 46 |
| 3.1.10 Электропривод дверного замка Vigilant A-2 Strong | 47 |

| | |
|--|----|
| 3.1.11 Инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации CoDeSysV3.5SP11 | 47 |
| 3.1.12 Среда разработки SCADA INFINITY | 47 |
| 3.2 Общие требования к стенду | 48 |
| 3.3 Разработка алгоритма работы системы..... | 51 |
| 3.4 Реализация алгоритма работы системы в среде CodeSys | 52 |
| 3.4.1 Визуализация работы алгоритма | 53 |
| 3.5 Разработка методических указаний для изучения автоматизированной система пожаротушения | 55 |
| 3.5.1 Разработка методических указаний по изучению подключения к ПЛК «ЭЛСИМА» пожарных извещателей | 55 |
| 3.5.2 Разработка методических указаний по управлению системой пожаротушения контроллером «ЭЛСИМА»..... | 59 |
| 3.5.3 Разработка методических указаний по настройке автоматизированного рабочего места оператора противопожарной системы | 63 |
| Заключение | 72 |
| Список использованных источников | 75 |
| Приложение А (обязательное) Диплом I-й степени | 87 |
| Приложение Б (обязательное) Диплом II-й степени | 88 |
| Приложение В (обязательное) Диплом участника | 89 |
| Приложение Г (обязательное) Статистический анализ современных интерфейсов и протоколов | 90 |
| Приложение Д (обязательное) Раздел описания переменных, задействованных в среде CodeSys V3.5 | 96 |
| Приложение Е (обязательное) Скриншот работы алгоритма в режиме эмуляции CodeSys V3.5 | 97 |

Введение

Мы живём в мире, полном различной электрики и электроники. Но любая электроника может дать сбой в виде короткого замыкания или возгорания какого-либо внутреннего элемента. Большинство современных производственных предприятий используют в своих технологических процессах электронное и электрическое оборудование больших мощностей и высоких напряжений. Бывает, что на предприятиях в силу различных причин возникают возгорания, которые в короткое время охватывают весь цех или рабочий объект и иногда приводит к летальным исходам. Как правило, это происходит по причине неисправного оборудования, которое было неправильно запущено или не было вовремя проверено надлежащим образом. По статистике за 2017-й год в Российской Федерации процент пожаров на промышленных предприятиях составляет 0,27% от общего числа пожаров [1]. Несмотря на вроде бы малый процент от общего количества, это огромное количество пожаров.

Система пожарной охраны является частью автоматизированного управления тушения возгораний на охраняемых объектах. Создание стенда подобной системы позволит продемонстрировать работу современных систем пожаротушений на предприятиях и развить у обучающегося навыки в области программирования промышленных контроллеров и отладки алгоритмов системы пожаротушения, что позволит в будущем создавать более совершенные противопожарные системы.

Целью работы является найти решение, позволяющее любому желающему без базовых навыков обучиться методам и механизмам пожаротушения. Таким образом, разработать стенд и методическое обеспечение для обучения наладчиков систем автоматизированного пожаротушения.

Задачами данной работы являются:

1. Изучение статистики пожаров на промышленных предприятиях за 2017–2019 годы.
2. Обзор видов пожарных извещателей.
3. Обзор и исследование патентов-аналогов разрабатываемого стенда.
4. Исследование используемых в современных противопожарных системах интерфейсов и протоколов.
5. Исследование установки связи между приборами приёмно-контрольными и извещателями пожарными в известных противопожарных системах.
6. Проектирование стенда автоматизированной системы пожаротушения.
7. Написание требований к стенду.
8. Разработка методических указаний для лабораторных работ.

Научной проблемой является создание условий ЧС в её отсутствие для учебных целей.

Создание такой системы обучения несёт в себе **практическую значимость** как на охраняемых объектах на территории Российской Федерации, так и на мировом рынке автоматизированных систем, позволяя за счёт обучающих процессов продемонстрировать учащимся возможности систем пожаротушения и получить навыки в отладке несовершенных систем пожаротушения.

Объектом исследования является система пожаротушения, управляющим механизмом которой является ПЛК «ЭЛСИМА», позволяющая при обнаружении пожара парными датчиками дыма с помощью разработанного алгоритма ликвидировать точку возгорания и свести его повтор к минимуму.

Предметом исследования является стенд, предназначенный для проведения практических и лабораторных работ по изучению общего устройства и основных характеристик приборов и составных элементов

системы контроля и обеспечения пожарной безопасности, принципов функционирования и режимов работы системы.

Стенд представляет собой комплект оборудования системы контроля и обеспечения пожарной безопасности, установленный в монтажной панели. Стенд оснащен компьютером с программным обеспечением, позволяющим демонстрировать алгоритм работы тушения на месте возгорания.

В комплект стенда входят: ноутбук для настройки системы контроля, оповещения и управления пожарной безопасностью и устройства, позволяющие имитировать реальные условия тушения пожара.

Методы исследования. Для реализации поставленной цели были использованы следующие методы:

1. Теоретические – анализ, синтез, аналогия, дедукция, абстрагирование, конкретизация.
2. Практические – наблюдение, сравнение, моделирование, описание.

Новизна данного проекта заключается в том, что подобного рода разработки недостаточно популяризированы, потому стоимость готовых изобретений на рынке высока. Разработано решение, показывающее необходимость изучения и внедрения систем пожарной охраны в места, где находятся люди. Разработанная система отличается от своих аналогов тем, что не требует столь огромных затрат на её конструирование, безотказна, достаточно проста и понятна обычному человеку, даже далёкому от области физики и химии.

Данная разработка способствует развитию знаний у обучающихся в области существующих систем пожарной охраны.

На защиту выносятся следующие основные **положения**:

1. Разработанный стенд позволяет изучить работу системы пожаротушения при отсутствии реальной точки возгорания и имеет объём методического обеспечения 360 минут.

2. В системе для подключения пожарных извещателей используется протокол ModBus TCP/IP как наиболее распространённый, работающий по

общим принципам и охватывающий наибольшее количество противопожарных систем.

В подтверждение **достоверности** научных результатов выступают максимально похожие симитированные условия возгорания и мероприятия по его устранению, оптимальная конструктивная сборка всех механизмов, позволяющая легко и быстро заменять вышедшие из строя модули.

Апробация. По теме магистерской диссертации было опубликовано три статьи на различных международных конференциях.

1. Старожилов И.А., Сидоров А.А., Есаулов А.А. Проектирование учебного стенда системы пожарной охраны // Материалы докладов Международной научно-практической конференции «Современные технологии: проблемы инновационного развития и внедрения результатов», Петрозаводск, 23 мая 2019 г. – Петрозаводск: МЦПН «Новая наука», 2019. Секция «Технические науки» – с. 36–42

2. Старожилов И.А., Сидоров А.А. Разработка алгоритма работы учебного стенда автоматизированной системы пожарной охраны // Материалы докладов II Международной научно-практической конференции «EUROPEAN SCIENCE FORUM», Петрозаводск, 11 декабря 2019 г. – Петрозаводск: МЦПН «Новая наука», 2019. Секция «Технические науки» – с. 109–113

3. Старожилов И.А. Исследование промышленных сетей // Материалы докладов XVI Международной школы-конференции студентов, аспирантов, молодых учёных «Инноватика-2020», Томск, 23–25.04.2020 г. Секция «Инновационная деятельность: единство образования, науки и практики»

Были получены сертификаты за участие и дипломы 1-й и 2-й степени за статьи «Проектирование учебного стенда системы пожарной охраны» (Приложение А) и «Разработка алгоритма работы учебного стенда автоматизированной системы пожарной охраны» (Приложение Б). В Приложении В представлен диплом участника XVI Международной школы-конференции студентов, аспирантов, молодых учёных «Инноватика-2020».

Источником финансирования проекта является АО «ЭлеСи», предоставляющее свою серийную продукцию в виде ПЛК «ЭЛСИМА», модуля УВВ «Элсима-D01», источника питания EF A 1AC/24DC-1, пожарного сигнализатора МС-АП-01 и среды разработки верхнего уровня SCADA INFINITY. Остальные исполнительные механизмы приобретаются за счёт средств разработчика. Источником финансирования для апробации полученных результатов выступает Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.

Заинтересованными лицами является АО «ЭлеСи» в качестве разработчика, учебные заведения, охранные структуры в качестве пользователей.

1 Изучение статистики пожаров и видов пожарных извещателей

Пожарная безопасность есть состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров. Под словом пожар подразумевается неконтролируемое горение, возникшее под влиянием многих факторов и условий и причиняющее материальный ущерб обществу и государству, вред жизни и здоровью граждан.

Так случается, что и на предприятиях во время рабочего периода возникает возгорание на объекте. Для предотвращения и минимизации возникновения подобных случаев предпринимается комплекс мер, именуемый пожарной безопасностью на предприятиях.

1.1 Статистика пожаров на предприятиях за 2017–2019 годы

Основными причинами пожаров на производстве являются [2]:

- Неисправность электроаппаратуры и электрических коммуникаций (искрение в электрических аппаратах и машинах; токи коротких замыканий и значительные перегрузки проводов и обмоток электрических устройств, вызывающие их нагрев до высокой температуры; плохие контакты в местах соединения проводов, приводящие к увеличению переходного сопротивления, на котором выделяется большое количество тепла; электрическая дуга, возникающая во время дуговой электрической сварки или в результате ошибочных операций в электроустановках и т.д.).
- Неисправность отопительных и вентиляционных систем (котельных, отопительных приборов, печей и др.).
- Неисправность производственного оборудования, нарушение технологических процессов (выделение горючих газов, пыли).
- Последствие взрыва, спровоцированного аварийной ситуацией или утечкой взрывоопасных или легковоспламеняющихся веществ.
- Проведение различных технологических процессов, вызывающих искрообразование.

– Самовоспламенение или самовозгорание некоторых веществ и материалов при нарушении правил их хранения и использования.

– Несоблюдение персоналом установленных требований пожарной безопасности, в том числе беспечное и/или безответственное отношение к огню со стороны сотрудников.

– Умышленный поджог.

– Человеческий фактор также является одной из основных причин возникновения пожаров на производстве.

По статистике за 2017-й год в Российской Федерации было зарегистрировано 132406 пожаров всего, на предприятиях – 355, что составляет 0,268% от общего числа. В числе этих пожаров пострадало 18654 человека, 14 из которых – на производстве (0,075%). Из 355 пожаров на производстве выделено 10 крупнейших [3]:

1. На территории ФКП «Казанский государственный казенный пороховой завод».

2. На заводе по производству взрывчатки в городе Бийске Алтайского края.

3. В покрасочном цехе на «Уралвагонзаводе» в Нижнем Тагиле Свердловской области.

4. На авиазаводе «Прогресс» в Приморье.

5. На территории оборонного завода «КБ Точного машиностроения» на юго-западе Москвы.

6. В неиспользуемом здании на территории завода РСК «МиГ» на севере Москвы.

7. На территории Ярославского нефтеперерабатывающего завода.

8. На территории завода «Азот» (филиал АО «Уралхим») в городе Березники в Пермском крае.

9. На нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез» в Нижегородской области.

10. На территории завода «КуйбышевАзот» в городе Тольятти Самарской области.

По статистике за 2018-й год в Российской Федерации было зарегистрировано 131690 пожаров всего, на предприятиях – 35, что составляет 0,027% от общего числа. В числе этих пожаров пострадало 17454 человека, 56 из которых – на производстве (0,321%). Из 35 пожаров на производстве выделено 18 крупнейших [4]:

1. На Московском нефтеперерабатывающем заводе в Капотне.
2. В двухэтажном здании на территории завода «Центролит» в Рязани.
3. В ангаре Гжельского кирпичного завода в Раменском районе Московской области.
4. На заводе «Электроцинк» во Владикавказе.
5. На заводе «Авангард», производящем пиротехнику, в Гатчинском районе Ленинградской области.
6. На территории Пермского порохового завода.
7. На предприятии «Карбохим» города Дзержинска Нижегородской области.
8. На предприятии «Новые технологии асфальта» в Тольятти Самарской области.
9. На территории одного из цехов предприятия «Азот» в Кемерово.
10. В здании утилизации мин на крупном оборонном заводе имени Я.М. Свердлова в Нижегородской области.
11. На территории военно-промышленного завода «Урал» в Соликамске Пермского края.
12. В анодно-малярном цеху Иркутского авиационного завода.
13. В растворном узле бетонного завода в Ленинском районе Новосибирска.
14. На территории лесоперерабатывающего завода в 16 километрах от города Кодинск Красноярского края.

15. На судостроительном заводе «Алмаз» Петроградского района Санкт-Петербурга.

16. В цеху завода корпорации «Технониколь» в Госненском районе Ленинградской области.

17. На кровле двухэтажного кирпичного производственного здания кожевенного завода имени А.Ю. Юргенса в городе Богородске Нижегородской области.

18. В одном из цехов стерлитамакского завода «Синтез-Каучук» в Башкирии.

По статистике за 2019-й год в Российской Федерации был зарегистрирован 471071 пожар всего, на предприятиях – 16 крупных, что составляет 0,003% от общего числа. В числе этих пожаров пострадал 17981 человек, 117 из которых – на производстве (0,651%). Крупнейшие пожары 2019-го года на производстве [5, 6]:

1. На производственной площадке в АО «Опытный завод Нефтехим» в Орджоникидзевском районе города Уфы.

2. На территории ювелирного завода «Диамант» в поселке Красное-на-Волге в Красносельском районе Костромской области.

3. На строящемся сухогрузе на заводе «Красное Сормово» В Нижнем Новгороде.

4. На Среднеуральском медеплавильном заводе в Ревде Свердловской области.

5. В цехе по производству сои на масложировом перерабатывающем комплексе в Краснодаре в поселке Белозерный.

6. На предприятии по производству резино-технических и железобетонных изделий в Уфимском районе Башкирии.

7. В цехе по производству тротила в ГосНИИ «Кристалл» в Дзержинске Нижегородской области.

8. В тарном цеху Сыктывкарского лесопильно-деревообрабатывающего комбината.

9. На кровле цеха по производству холодильных установок частного предприятия, расположенного на территории оборонного завода «Красмаш» в Красноярске.

10. На заводе по производству изопрена-мономера компании «Нижекамскнефтехим» в промзоне Нижнекамска (Татарстан).

11. В цехе по производству канифоли на литейно-механическом заводе в Омске.

12. На заводе пластмасс в Симферополе.

13. В цехе непрерывного розлива металла на Челябинском металлургическом комбинате.

14. На заводе промышленного цинкования селе Покровка Оренбургской области.

15. На заводе «Полипласт» в городе Кингисепп Ленинградской области.

16. На нефтеперерабатывающем заводе в городе Новопавловск Ставропольского края.

За 2020-й год на предприятиях было зарегистрировано 3 крупных пожара, в результате которого пострадали 11 человек. Это пожары [7]:

1. В строящемся здании на заводе резиновых изделий в Мценске Орловской области.

2. В производственном цехе по переработке зерна в муку на комбикормовом заводе в селе Беленькое Белгородской области.

3. На Ухтинском нефтеперерабатывающем заводе «Лукойла» в Коми.

Данная статистика указывает на то, что ежегодно по различным причинам возникают возгорания на объектах производства, приводящие к огромному ущербу не только для предприятий, но и для государства (средства, выделенные на ликвидацию пожара). Это указывает на то, что не все современные системы пожаротушения могут справиться с возгоранием на начальной стадии и предупредить дальнейший пожар, а также на то, что не

каждый человек может вовремя среагировать на возгорание и принять правильные меры по его ликвидации.

Разрабатываемый стенд позволит продемонстрировать работу автоматизированной системы пожаротушения обучающимся для изучения основ пожарной безопасности, знание которых в будущем сможет предотвратить возникающий пожар.

1.2 Виды и типы пожарных извещателей

Пожарный извещатель – техническое средство, которое устанавливают непосредственно на защищаемом объекте для передачи тревожного извещения о пожаре на пожарный приёмно-контрольный прибор и/или оповещения и отображения информации об обнаружении загораний.

Основные виды извещателей представлены на рисунке 1.1.

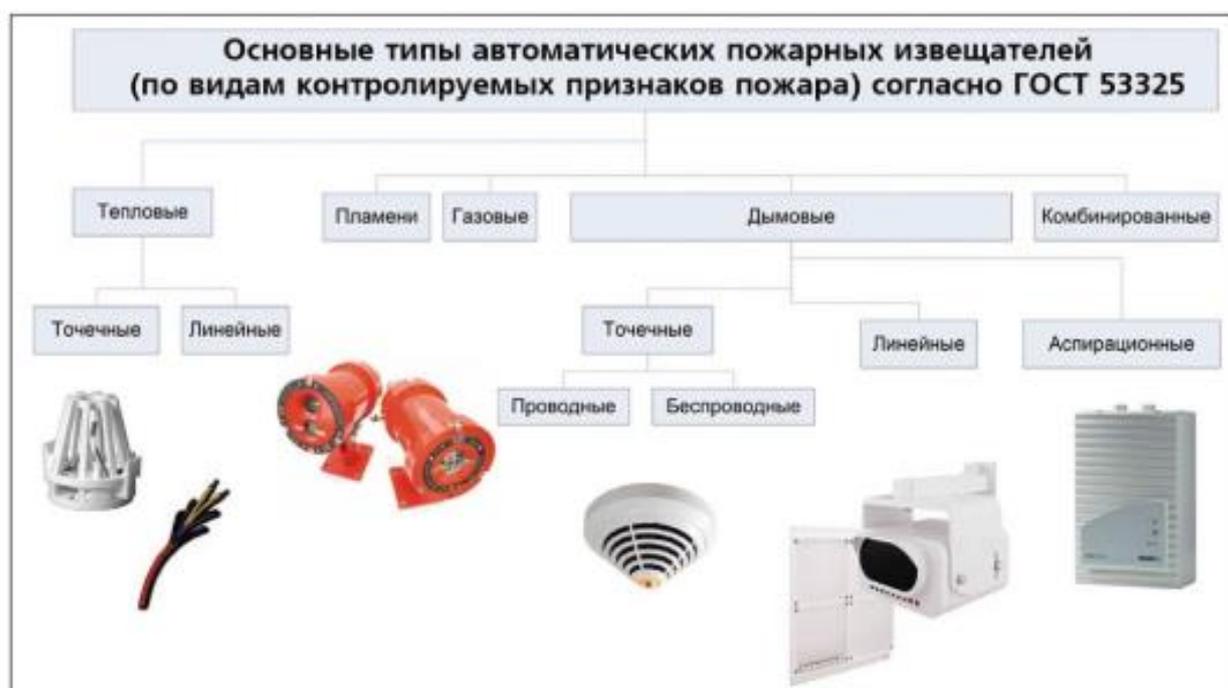


Рисунок 1.1 – Основные виды пожарных извещателей

1. Тепловые датчики [8]. Реагируют на наличие перепадов температуры. С точки зрения *устройства*, тепловые датчики делятся на:

а) пороговые – с заданным пределом температуры, после чего сработают датчики;

б) интегрально-дифференциальные – реагируют на резкую скорость изменения температуры;

в) аналоговые – передают величину значения контролируемого параметра, к примеру, температуры.

По защищаемой зоне тепловые датчики делятся на:

а) точечные – извещатели реагирующие на факторы пожара в компактной зоне;

б) многоточечные – автоматические извещатели, чувствительные элементы которых представляют собой совокупность точечных сенсоров дискретно расположенных на протяжении линии. Шаг их установки определяется требованиями нормативных документов и техническими характеристиками, указываемыми в технической документации на конкретное изделие;

в) линейные (термокабель):

в1) полупроводниковые (в качестве сенсора температуры используется покрытие проводов веществом, имеющим отрицательный температурный коэффициент). При воздействии температуры изменяет своё сопротивление;

в2) механические (в качестве сенсора температуры данного извещателя используется герметичная металлическая трубка, заполненная газом, а также датчик давления, подключенный к электронному блоку управления);

в3) электромеханический (в качестве сенсора температуры используется термочувствительный материал, нанесённый на два механически напряженных провода (витая пара)). Под воздействием температуры он разрушается и провода друг с другом замыкаются.

2. Дымовые датчики [9]. Определяют наличие в воздухе дыма.

а) Оптико-электронные (точечные устройства, в измерительной камере которых находится источник ИК излучения и фотоэлемент. После попадания частиц дыма в оптическую камеру происходит рассеивание ИК

излучения и его часть фиксируется фотоприёмником. При превышении определённого порога интенсивности излучения срабатывает сигнал тревоги).

б) Ионизационные (при попадании внутрь прибора дыма происходит увеличение рекомбинации ионов. При достижении порогового значения разницы длины пробега альфа частиц между измерительной и контрольной камерой пожарная сигнализация срабатывает).

По защищаемой зоне дымовые датчики делятся на:

а) точечные: проводные и беспроводные;

б) линейные (для определения уровня задымления помещения они, как правило, используют инфракрасное излучение): однопозиционные (моноблок, в котором излучатель и приёмник расположены в одном корпусе) и двухпозиционные (приёмник и передатчик размещены друг напротив друга);

в) аспирационные (содержат прибор анализа воздуха, вентилятор, который прогоняет воздушные потоки через анализатор и участки трубы с насадками на всасывание. Они служат для забора образцов воздуха в конкретных точках);

г) автономные: радиоизотопные и электроиндукционные.

3. Датчики пламени [10]. Подразумевается наличие тлеющего очага или открытого пламени. Извещатели пламени следует устанавливать в тех помещениях, где вероятно появление пожара без предварительного дымовыделения.

а) Инфракрасные. Фиксируют возгорание, воспринимая ИК излучение через чувствительный пироприёмник и оптическую систему.

б) Ультрафиолетовые. Регистрируют излучение при помощи высоковольтного газоразрядного индикатора, в спектральном диапазоне 220-280 мкм.

4. Газовые датчики [11]. Часто устанавливаются как взрывозащищенные на объектах с опасными средами.

5. Комбинированные датчики [12]. Сочетают в себе несколько способов определения признаков пожара. В большинстве случаев комбинированные датчики сочетают дымовой извещатель вместе с тепловым.

6. Ручные (извещатели пожарные ручные) [13]. ИПР следует устанавливать на высоте 1,5 м от уровня земли или пола. Освещенность в месте установки ручного пожарного извещателя должна быть не менее 50 Лк.

Знания в различии типов и видов пожарных извещателей необходимы для правильного выбора датчика для системы пожаротушения на определённых объектах (цеха, офисы, аудитории, суда и т.д.) при выполнении лабораторной работы на учебном стенде.

2 Исследование современных стендов для изучения противопожарных систем

Для разработки корректно работающей системы были исследованы:

1. патенты на изобретения и патенты на полезные модели учебно-лабораторных стендов;
2. используемые в современных противопожарных системах интерфейсы и протоколы;
3. установка связи между приборами приёмно-контрольными и извещателями пожарными в известных противопожарных системах.

2.1 Патентный обзор систем–аналогов

Приоритетными базами для запатентованных аналогов были выбраны:

- Российская база ФИПС [14].
- Европейская база ESPACENET PATENT SEARCH [15].
- Американская база USPTO PATENT FULL–TEXT AND IMAGE DATABASE [16].

Категориями для поиска в российской базе ФИПС были выбраны: «Заявки на российские изобретения», «Перспективные российские изобретения», «Рефераты российских изобретений», «Полные тексты российских изобретений из трёх последних бюллетеней», «Формулы российских полезных моделей», «Формулы российских полезных моделей из трёх последних бюллетеней». В качестве предмета поиска был выбран «стенд пожарной охраны». При отборе патентных документов принимались во внимание: принцип работы разработки и области возможного применения.

Патенты найдены с глубиной поиска 8 лет. Массив отобранных патентных документов составляет 4 патентных документа на стенд системы пожаротушения, представленный в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Отобранные патентные документы в базе ФИПС

| № | Название | Заявка | Патентообладатель |
|---|---|------------------------------|---|
| 1 | Научно-исследовательский лабораторный стенд автоматических систем пожарной сигнализации и аварийного управления инженерными системами зданий [17] | 2012105026/08, 14.02.2012 | Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный строительный университет» (МГСУ) (RU)) |
| 2 | Стенд для исследования процессов горения и тушения пожара [18] | 2014152544/12, 25.12.2014 | Алешков М.В. (RU), Емельянов Р.А. (RU), Колбасин А.А. (RU), Баланцев С.А. (RU), Смирнов А.А. (RU), Серенков А.С. (RU), Иощенко Д.А. (RU), Анохин Е.А. (RU), Алешков А.М. (RU) |
| 3 | Обучающий стенд технических средств пожарной сигнализации и автоматики [19] | 2018130906, 27.08.2018 | Общество с ограниченной ответственностью «Газпром добыча Уренгой» (RU) |
| 4 | Проверочно–демонстрационный стенд автоматической установки пожарной сигнализации [20] | 2019128348, 09.09.2019 | Общество с ограниченной ответственностью «Газпром добыча Ямбург» (RU) |

Для исследования были выбраны стенды под номерами 3 и 4.

Обучающий стенд технических средств пожарной сигнализации и автоматики относится к учебному оборудованию и может быть использован для практического обучения обслуживающего и дежурного персонала работе со средствами пожарной автоматики. Недостатком этого

устройства является то, что не предусмотрено обучение персонала навыкам работы с приёмно-контрольными приборами. Отсутствует возможность персоналу во время обучения принимать управленческие решения в работе пожарной автоматики (ручной запуск пожаротушения, постановка и снятие пожарных шлейфов с охраны). Отсутствует возможность поиска и принятия решений при поступлении различных информационных сообщений с системы пожарной автоматики.

В состав *проверочно-демонстрационного стенда автоматической установки пожарной сигнализации* входят: оповещатель световой и звуковой, приёмно-контрольный охранно-пожарный прибор, двухпроводная линия связи, оптико-электронные адресно-аналоговые извещатели, извещатель ручной, резервный источник питания.

Достоинство стенда:

- Технический результат заключается в возможности подключения к стенду систем диспетчеризации и систем контроля доступом сторонних производителей, а при использовании стенда для обучения персонала имеется возможность имитации различных неисправностей оборудования.

Недостатки стенда:

- Использование разнородных устройств сопряжения, контроллеров, датчиков, между которыми обеспечивается невысокая скорость передачи данных. Кроме того, стендом не предусмотрены алгоритмы управления возможностью подключения систем диспетчеризации и систем контроля доступом сторонних производителей. Также, стенд не позволяет обучать персонал возможности имитации различных неисправностей оборудования.

Кроме того, было проанализировано предприятие «Учтех-Профи» города Челябинск, специализирующееся на разработке и выпуске

высокотехнологичного оборудования и выпускающего учебно-лабораторные стенды:

1) Лабораторный стенд «Электромонтаж и наладка пожарной сигнализации» ЭиНПС-01 [21].

Стоимость составляет 129 410 рублей.

2) Лабораторный стенд «Электромонтаж и наладка систем пожарной безопасности» ЭиН-СПБ-01 [22].

Достоинством данной разработки является то, что в состав стенда включены элементы адресно-пороговой и адресно-аналоговой пожарной сигнализации.

Стоимость составляет 470 590 рублей.

3) Лабораторный стенд «Автоматическая система газового пожаротушения», исполнение настольное ручное, АСП-Г-01-НР [23].

Достоинством данной разработки является наличие преобразователя интерфейсов USB/RS-485.

Стоимость составляет 143 530 рублей.

4) Лабораторный стенд «Автоматическая система газового пожаротушения», исполнение настольное компьютерное, АСП-Г-01-НК [24].

Достоинствами данной разработки являются наличие преобразователя интерфейсов USB/RS-485 и возможность управления процессами с помощью ноутбука.

Стоимость составляет 170 590 рублей.

5) Лабораторный стенд «Системы контроля и обеспечения пожарной безопасности» [25].

Стоимость составляет 617 650 рублей.

Недостатками всех описанных выше аналогов является отсутствие ПЛК, что говорит о невозможности внесения изменений в работу стенда и последующей модернизации, а также крайне высокая стоимость данных разработок.

Информация о годах разработок, описанных выше, в свободном доступе отсутствует.

В европейской патентной базе ESPACENET PATENT SEARCH в качестве предмета поиска был выбран «fire alarm stand». При отборе патентных документов принимались во внимание: принцип работы разработки и области возможного применения.

Патенты найдены с глубиной поиска последние 8 лет. Массив отобранных патентных документов составляет 6 патентных документов на стенды систем пожарной сигнализации, представленный в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Отобранные патентные документы в базе ESPACENET PATENT SEARCH

| № | Название | Заявка | Патентообладатель |
|---|--|----------------------------------|---|
| 1 | Stand-alone wireless fire-alarm and system including the same [26] | KR20140103225 (A), 26.08.2014 | UDWORKS CO LTD [KR] |
| 2 | Stand alone type photoelectric smoke detection fire detection alarm device [27] | CN208061384 (U), 06.11.2018 | FOSHAN XINGSHI ELECTRONICS CO LTD |
| 3 | Electric fire and combustible gas alarm control ware teaching experiment platform [28] | CN206893184 (U), 16.01.2018 | UNIV XIAN ARCHITECTUR & TECH |
| 4 | Additional function-expandable fire detector [29] | US2019325724 (A1), 24.10.2019 | KIM ILHWAN [KR]; WINTECH INFORMATION CO LTD [KR] |
| 5 | Wireless automatic fire alarm device based on Internet of Things technology [30] | CN208969804 (U), 11.06.2019 | SHENYANG URBAN CONSTRUCTION UNIV [CN] |
| 6 | Combined fire alarm system using stand-alone fire alarm and visible light camera [31] | KR20190130801 (A), 25.11.2019 | MIWARE INC [KR] |

Для исследования были выбраны стенды под номерами 4, 5 и 6.

Минусом 4-го патента является то, что данное устройство не является полноценным стендом.

Из минусов 5-го изобретения можно отметить, что тушение пожара начинается только после отправления сообщения оператору на смартфон и при температуре выше 78 градусов по Цельсию, а также нет повтора цикла тушения при возобновлении либо неполном тушении пожара.

В состав стенда 6 входят: датчик обнаружения пожара, блок обработки сигнала, камера видимого света, фотографирующая область, в которой установлена пожарная сигнализация ближней связи, блок анализа изображения, блок хранения изображения и данных, блок связи ближнего действия.

В американской патентной базе USPTO PATENT FULL-TEXT AND IMAGE DATABASE в качестве предмета поиска была выбрана «fire alarm system». При отборе патентных документов принимались во внимание: принцип работы разработки и области возможного применения.

Патенты найдены с глубиной поиска последние 8 лет. Массив отобранных патентных документов составляет 2 патентных документа на системы пожарной сигнализации, представленные в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Отобранные патентные документы в базе ФИПС

| № | Название | Заявка | Патентообладатель |
|---|---|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | System and method for emergency communication in a TCP/IP based redundant fire panel network [32] | 13/778,566, 27.02.2013 | SimplexGrinnell LP [US] |
| 2 | Master slave wireless fire alarm and mass notification system [33] | 15/845035, 18.12.2017 | Tyco Fire & Security GmbH [CH] |

1) Система и способ экстренной связи в резервной пожарной панели на основе TCP/IP работает на интерфейсе TCP/IP по кольцевой топологии сети. Достоинством данной системы является то, что имеется аварийный интерфейс (отдельный канал связи) между процессором панели и приёмопередатчиком панели.

2) Беспроводная система пожарной сигнализации включает в себя: беспроводные ретрансляторы для оповещения о тревоге на подчинённые устройства панели управления, активное зарядное устройство, аккумулятор. В

системе осуществляется беспроводная отправка сообщений (метод контрольной суммы).

В ходе патентного поиска было выявлено 12 аналогов стенда в трёх патентных базах. Также найдено 5 учебно-лабораторных стендов производства «Учтех-Профи». Проведён анализ патентов за последние 8 лет (Рисунки 2.1 и 2.2). Все вышеперечисленные факторы говорят о том, что изучаемая область имеет перспективы дальнейшего освоения и развития, а разрабатываемая система актуальна и конкурентоспособна на мировом рынке.

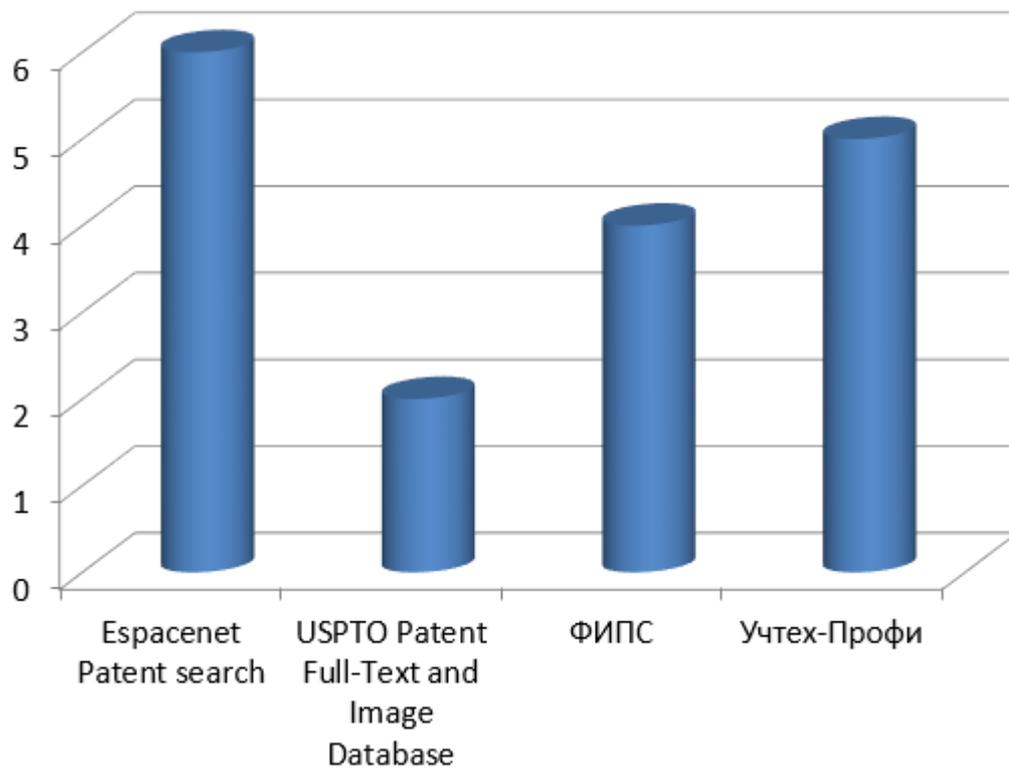


Рисунок 2.1 – Зарегистрированные аналоги за последние 8 лет

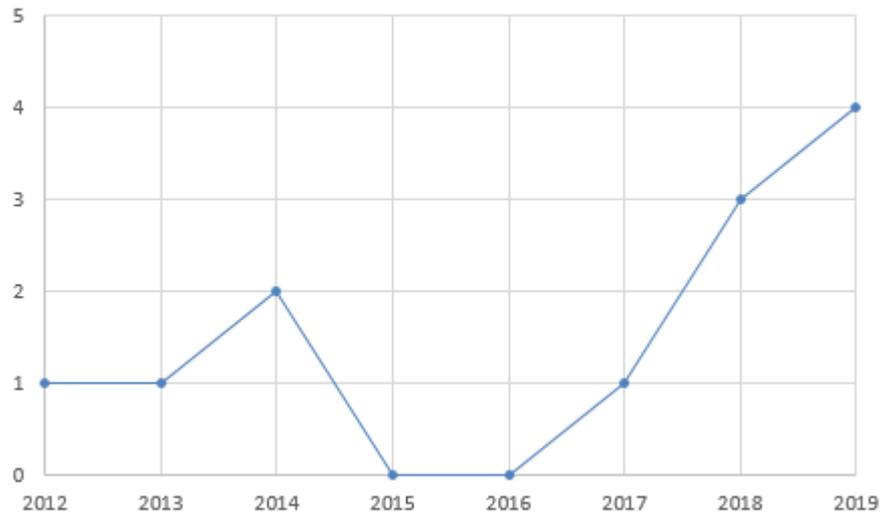


Рисунок 2.2 – Зарегистрированные аналоги за последние 8 лет

2.2 Исследование используемых интерфейсов и протоколов в современных пожарных системах

В процессе выполнения магистерской диссертации были исследованы 65 компаний, занимающиеся разработкой и выпуском управляющих устройств и блоков управления противопожарных систем. Доля отечественных компаний составила 55,4% от общего числа исследованных. Доля зарубежных компаний составила 44,6% от общего исследованного (США, Германия, Финляндия, Норвегия, Швейцария, Чехия, Турция, Великобритания, Ирландия, Китай). Данные результаты исследования указывают на то, что вклад отечественных компаний по выпуску блоков управления для противопожарных систем велик на мировом рынке. Пропорциональная схема компаний по производству блоков управления для противопожарных систем представлена на рисунке 2.3.

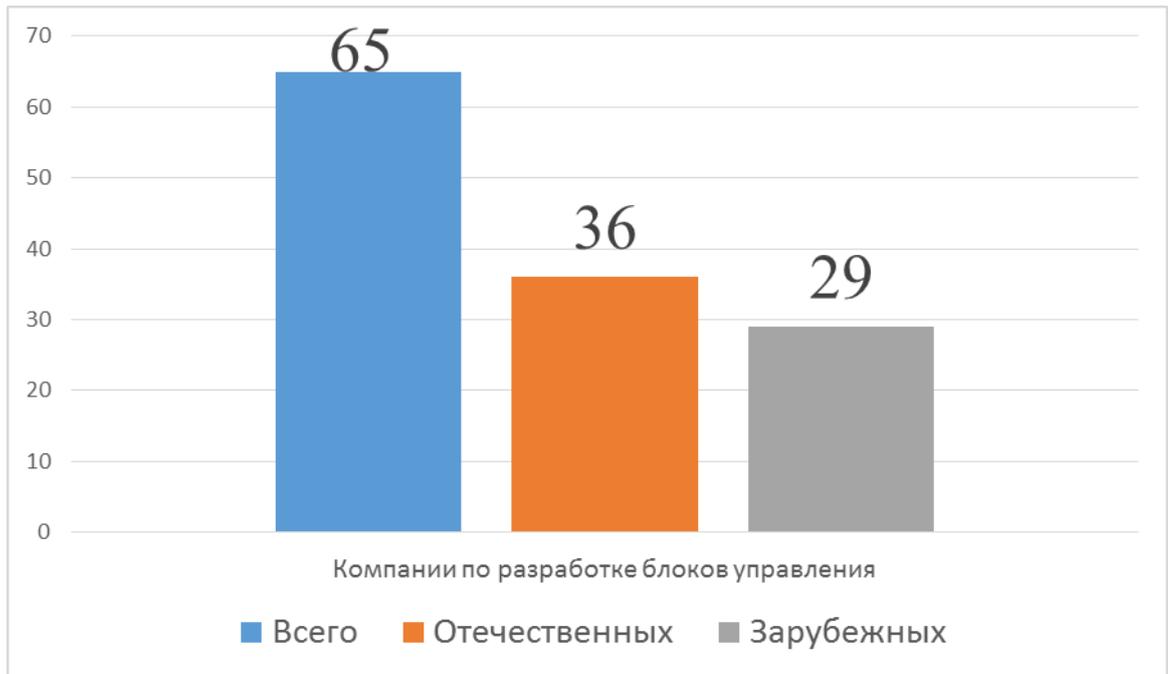


Рисунок 2.3 – Компании по разработке БУ для противопожарных систем

На основе исследованных 65 компаний по производству управляющих устройств, была создана таблица, описывающая интерфейсы и протоколы, используемые в современных пожарных системах, а также компании, их использующие. Данные указаны в Приложении Г.

График использования интерфейсов пожарными компаниями представлен на рисунке 2.4.

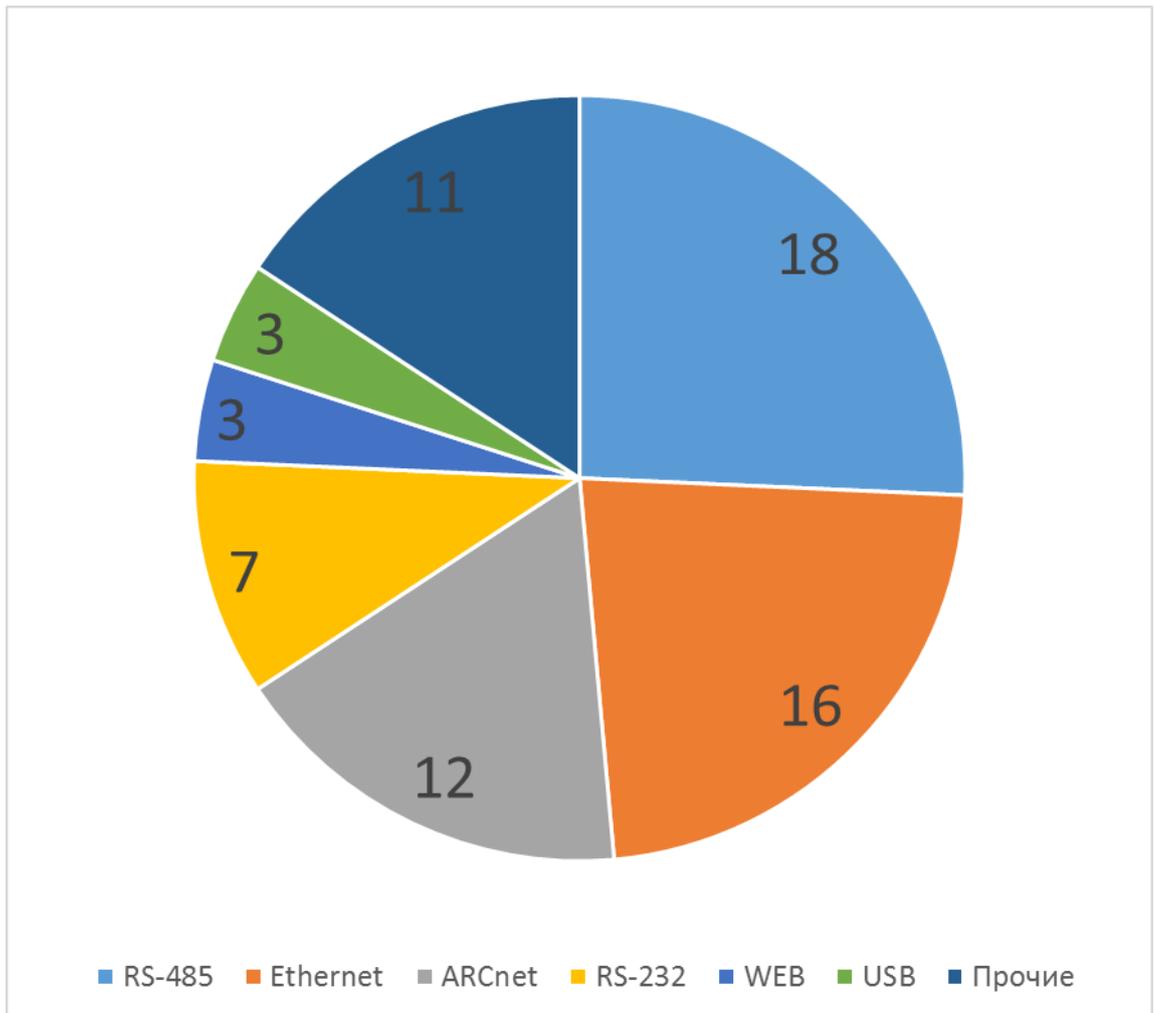


Рисунок 2.4 – График использования интерфейсов в современных пожарных системах

По результату исследований выяснилось, что наиболее распространённые интерфейсы в противопожарных системах – RS-485 [34, 35], Ethernet [36] и RS-232 [37], что указывает на их стабильность, надёжность и скорость передачи данных при обнаружении точки возгорания. Данные результаты указывают на то, что выбранный в разрабатываемой системе интерфейс является актуальным и надёжным на данный момент.

2.3 Исследование установки связи между приборами приёмно-контрольными и извещателями пожарными в известных противопожарных системах

Для того, чтобы знать, сколько пожарных извещателей может быть задействовано в системе, были исследованы современные известные отечественные и зарубежные противопожарные системы. Для исследования были взяты за основу количество адресных линий связи и подключенных к ним адресных устройств, а также присутствие в системе возможности опроса ППК о состоянии извещателя.

Система охранно-пожарной сигнализации и пожаротушения «Рубеж» (Россия) [38].

Приёмно-контрольные приборы «Рубеж-2АМ», «Рубеж-2ОП» и ППКПУ серии «Водолей» имеют в своем составе по 2 адресные линии связи (АЛС), на каждую из которых может подключаться до 250 адресных модулей и устройств. Приёмно-контрольный прибор «Рубеж-4А» имеет в своем составе 4 адресные линии связи, на каждую из которых возможно подключить до 250 адресных устройств и модулей, но не более 500 на один прибор. Длина каждой АЛС – не более 1000 м.

Приёмно-контрольные приборы получают от адресных устройств сигналы «Внимание», «Пожар», «Неисправность», а также значения задымлённости, запылённости дымовых извещателей и температуры тепловых датчиков. При сработке пожарных извещателей приёмно-контрольные приборы выдают команды на включение исполнительных устройств оповещения и пожаротушения. Все события, происходящие в системе, заносятся в журнал событий и передаются на верхний уровень управления – сервер с ПО FireSec.

Минусом данной системы является то, что в контролируемые АЛС можно включать только адресные модули и устройства «РУБЕЖ».

Системы пожарной сигнализации Esser by Honeywell (США) [39].

– Охранно-пожарная панель 2001.

Универсальная компактная контрольная панель имеет в своём составе 2 АЛС для подключения охранных и/или пожарных извещателей, к которой может быть подключено до 30 пожарных извещателей. Минусом данной панели является то, что в контролируемые АЛС можно включать только адресные модули и устройства серий «9000» и «9100».

– Микропроцессорная пожарная КП «FACP 80».

Данная панель имеет в своём составе от 4 до 8 шлейфов, с возможностью подключения до 30 извещателей на каждый. Минусом данной панели является то, что в контролируемые АЛС можно включать только адресные модули и устройства серий «9000» и «9200».

– Аналогово-адресная КП «IQ8Control C».

Представленная панель имеет в своём составе 2 кольцевых шлейфа, с возможностью подключения до 127 извещателей на каждый шлейф. Длина каждого шлейфа – не более 2000 м. Полностью совместима с КП серии «8000». Минусом является то, что программируется только ПО серии «tools 8000» с использованием USB-программатора или программатора с интерфейсом RS-232.

– Аналогово-адресная КП «8008».

Данная контрольная панель может включать в себя до 40 кольцевых шлейфов, с возможностью подключения до 127 извещателей на каждый шлейф. Длина каждого шлейфа – не более 2000 м. Минусом данной панели является то, что в контролируемые АЛС можно включать только извещатели серий «9000», «9200» и «IQ8Quad».

– Панель пожарообнаружения и пожаротушения «8010, серия 3».

Данная панель включает в себя до 8 шлейфов, с возможностью подключения до 30 автоматических извещателей серий «9200» и «IQ8Quad» на каждый шлейф.

Система пожарной сигнализации SecuriFire (Россия) [40].

– Панель управления «SCP500/SCP1000».

Данная панель включает в себя 1 кольцевой шлейф, с возможностью подключения до 250 пожарных извещателей на каждый шлейф.

– Панель управления «SCP2000».

Данная панель включает в себя до 4 кольцевых шлейфов, с возможностью подключения до 1000 пожарных извещателей на каждый шлейф. Работает на интерфейсе MMI.

– Панель управления «SCP3000».

Данная панель включает в себя до 14 кольцевых шлейфов, с возможностью подключения до 3500 пожарных извещателей на каждый шлейф. Работает на интерфейсе MMI.

– Панель управления «B3-LEE23».

Данная панель включает в себя до 8 шлейфов, с возможностью подключения до 30 пожарных извещателей на каждый шлейф. Минусом является то, что возможно подключение извещателей только модели «HX 150»

– Панель управления «B3-LEE24».

Данная панель включает в себя до 4 адресных шлейфов, с возможностью подключения до 127 пожарных извещателей на каждый шлейф.

Адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации ESMI (Финляндия)
[41].

Панель пожарной сигнализации производит постоянный опрос извещателей и модулей в реальном масштабе времени, что обеспечивает постоянный контроль состояния объекта и системы. По каждому извещателю устанавливаются два уровня обнаружения: «Предупреждение» и «Пожар». В системе постоянно производится контроль параметров функционирования извещателей с формированием сообщений об их неисправности и необходимости их обслуживания.

– Панель FX(L) NET/RU поддерживает 2, 4, 6 или 8 адресно-аналоговых шлейфов, работающих на протоколах 200+/200AP, до 99 извещателей в каждом. Максимальное число извещателей и ручных извещателей в панели должно быть не более 512 для выполнения требований стандарта EN54. Если этого не

требуется, то к панели можно подключить до 1272 автоматических и до 1272 ручных извещателей (при использовании модулей расширения). Минусом данной панели является то, что в контролируемые АЛС можно включать только извещатели производства ESMI.

Пожарные сигнализации «Болид» (Россия).

– ППК «Сигнал-10» [42].

Прибор включает в себя до 10 шлейфов, с 10 подключёнными пожарными извещателями в каждом. Прибор поддерживает работу с дымовыми пожарными извещателями ИП212-34ПА (ДИП-34ПА) в адресно-пороговом режиме, каждый из которых способен сообщать по запросу прибора свое текущее состояние. Прибор производит периодический опрос адресно-пороговых извещателей, обеспечивая контроль их работоспособности и идентификации неисправного или тревожного извещателя. Время передачи извещения от извещателя прибору не превышает 10 секунд. При срабатывании извещателя прибор формирует сообщение «Сработка датчика» и осуществляет перезапрос состояния ШС: на 3 секунды сбрасывает (кратковременно отключает) питание ШС. Если в течение 55 секунд после сброса извещатель срабатывает повторно, то ШС переходит в режим «Внимание». Если повторного срабатывания извещателя в течение 55 секунд не произойдет, то ШС возвращается в состояние «На охране».

Количество извещателей, включаемых в один шлейф, рассчитывается по формуле:

$$N = I_m / i, \quad (2.1)$$

где: N – количество извещателей в шлейфе;

I_m – максимальный ток нагрузки.

– $I_m = 3$ мА для ШС типов 1, 4, 6, 7, 11, 12;

– $I_m = 1,2$ мА для ШС типа 2;

i – ток, потребляемый извещателем в дежурном режиме, мА.

Если используется тип ШС – 1 (пожарный дымовой), то пожарные извещатели должны быть работоспособны при снижении напряжения в шлейфе до 12 В. Типы ШС:

- 1 – Пожарный дымовой двухпроводный.
 - 2 – Пожарный комбинированный однопороговый.
 - 3 – Пожарный тепловой двухпороговый.
 - 4 – Охранный.
 - 5 – Охранный с контролем блокировки.
 - 6 – Технологический.
 - 7 – Охранный входной.
 - 11 – Тревожный.
 - 12 – Программируемый технологический.
- ППК «Сигнал-20М» [43].

Прибор включает в себя до 20 шлейфов, с 10 подключёнными пожарными извещателями в каждом. Принцип работы аналогичный прибору «Сигнал-10».

На основании результатов проведенных исследований выявлено, что вышеописанные противопожарные системы используются как на одиарных объектах, так и в многоэтажных и многоофисных сооружениях. Максимально возможное количество подключенных к системам извещателей представлено на диаграмме (рисунок 2.5).

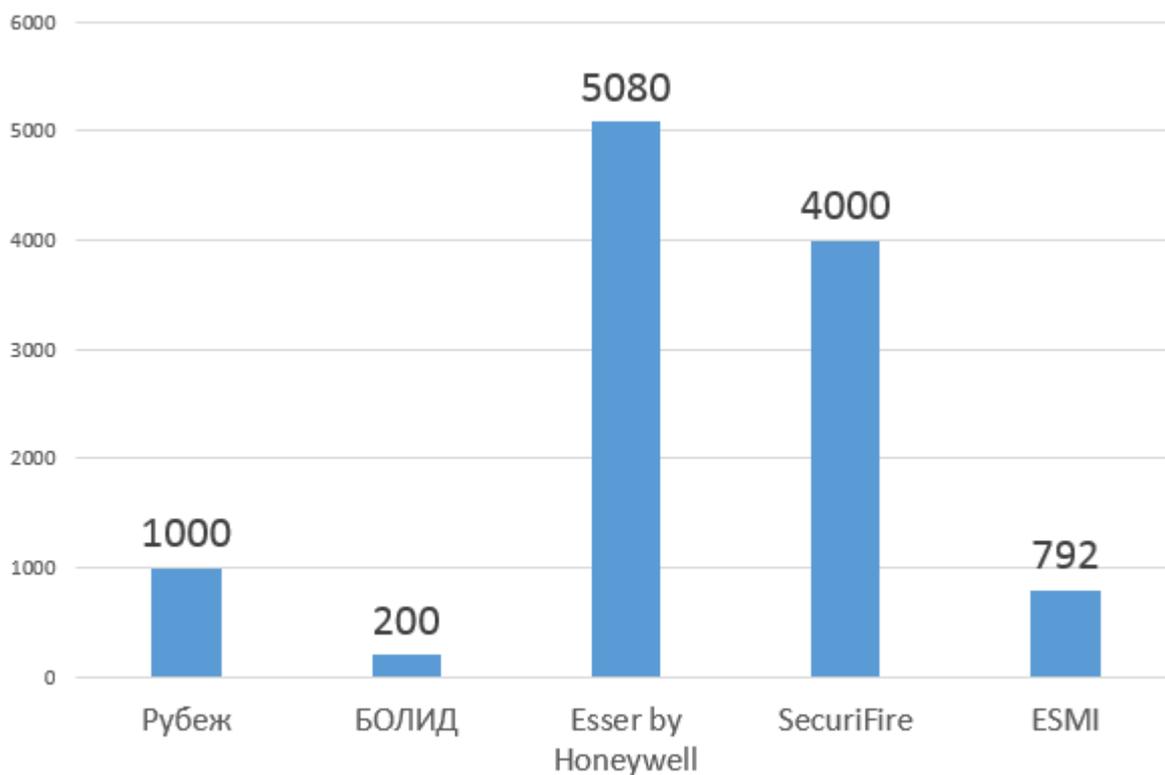


Рисунок 2.5 – Максимальное количество подключенных к системам извещателей

Данные результаты говорят о том, что отечественные системы являются лидерами на рынке систем по пожарной безопасности, а также надёжны и конкурентоспособны.

3 Разработка стенда для изучения автоматизированной системы пожаротушения

3.1 Принципиальная схема стенда

Учебный стенд системы пожарной охраны, сконструированный из металлического корпуса, включает в себя управляющий контроллер «ЭЛСИМА» [44], модуль удалённого ввода–вывода «Элсима-D01» [45], сигнализатор многоканальный пожарный адресуемый МС-АП-01 [46], источник питания EF A 1AC/24 DC-1 [47], извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИПД-3.2 НЗ [48], сирена сигнальная «Флейта-12В», оповещатель световой «Призма1100», вентилятор–дымоудалитель «Evercool EC4020H12B», модуль порошкового пожаротушения «Эпотос Буран-0.3м1» [49] и электропривод дверного замка Vigilant A-2 Strong.

К управляющему контроллеру по интерфейсной линии RS-485 подключен сигнализатор многоканальный пожарный адресуемый и по локальной сети Ethernet2 подключён к модулю УВВ, при этом к сигнализатору многоканальному подключены извещатели пожарные с помощью шлейфов сигнализации. Исполнительные механизмы: электропривод дверного замка, сирена сигнальная, оповещатель световой и модуль пожаротушения – запускаются модулем УВВ путём подключения к дискретным выходам. Вытяжка включается модулем УВВ при помощи аналогового сигнала. Питание модуля и управляющего контроллера происходит от общего источника питания.

Принципиальная схема представлена на рисунке 3.1.

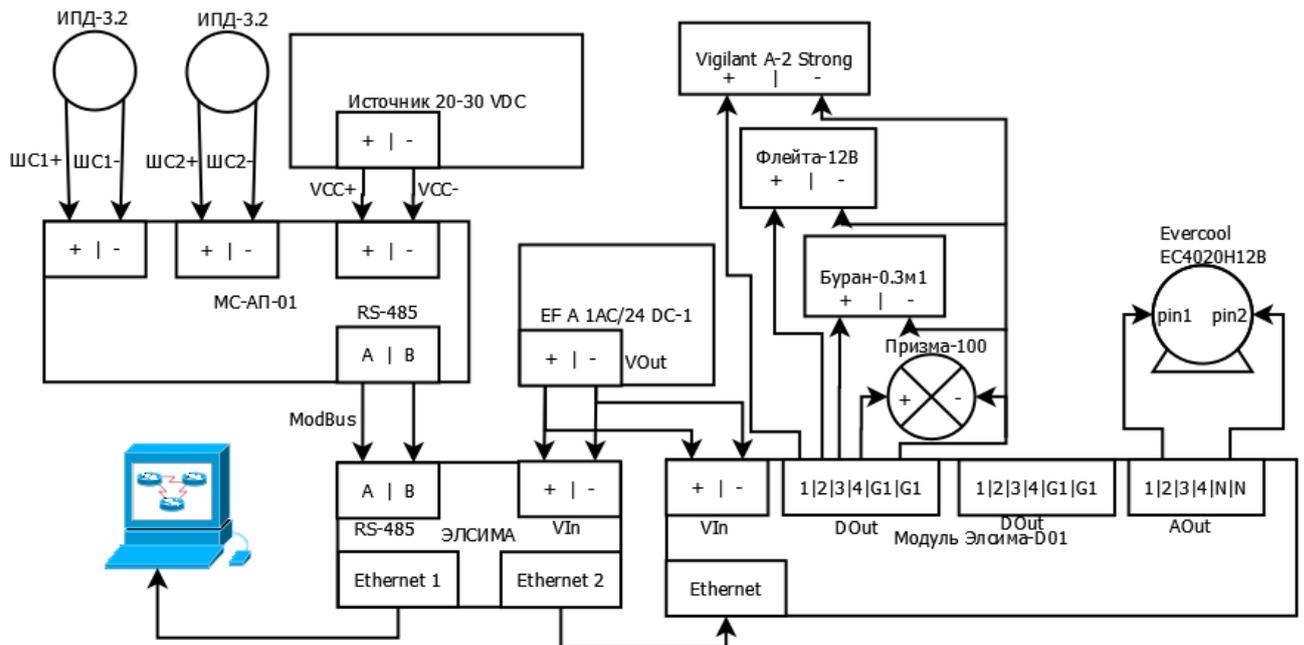


Рисунок 3.1 – Принципиальная схема стенда

В качестве датчика дыма был выбран оптико-электронный ИПД-3.2 НЗ. Выбранный ИПД не выявил недостатков и обладает следующими достоинствами:

- Обнаружение пожаров на ранней стадии и высокая устойчивость к ложным срабатываниям.
- Нормально-замкнутые контакты реле.
- Индикация дежурного режима работы и режима «Пожар».
- Совместимость с разными ППК.
- Время отключения питания для возврата в дежурный режим работы: 3 сек.

Новизной разрабатываемого стенда служит возможность запуска и останова тушения с помощью GSM-модуля «ЭЛСИМА» по SMS с диапазоном частот 850/900/1800/1900 МГц. Для успешной работы с GSM-модулем необходимо изначально:

- Выполнить запрет приёма информационных SMS сотового оператора.
- Отключить запрос PIN-кода.
- Установить адреса центра обработки SMS сотового оператора.

– Убедиться в наличии средств на SIM-карте, достаточных для работы, и своевременно их пополнять.

Для защиты системы от злоумышленников запуск и останов тушения будет производиться с одного адреса, задаваемого в параметрах AT-команд.

3.1.1 Программируемый логический контроллер «ЭЛСИМА» компании «ЭлеСи»

Алгоритм работы контроллера определяется управляющей программой, разрабатываемой пользователем в соответствии с требованиями к системе управления, создаваемой с использованием контроллера.

Контроллер «ЭЛСИМА», показанный на рисунке 3.2, представляет собой функциональное законченное изделие. Основная область применения – малые системы автоматического и автоматизированного управления технологическими процессами в таких областях, как управление климатическим оборудованием, управление малыми станками и механизмами, автоматизация котельных, работа в системах «Умный дом» и других отраслях.



Рисунок 3.2 – ПЛК «ЭЛСИМА»

При сравнении характеристик, удовлетворяющих разрабатываемой системе, был выбран ПЛК «ЭЛСИМА» в связи с преимуществами: оптимальность – наличие высокого качества при относительно низкой цене, срок службы, условия эксплуатации, используемые протоколы и поддерживаемые интерфейсы. В таблице 3.1 приведены сравнительные характеристики ПЛК.

Таблица 3.1 – Характеристики ПЛК

| Название | Стоимость, тыс. руб. | Срок службы | Условия эксплуатации | Протоколы | Интерфейсы |
|------------------|----------------------|-------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| «ЭЛСИМА» | 18 | 12 лет | От 0°С до 60°С | Modbus TCP/IP/RTU, NTP | Ethernet, RS-485, USB, GSM |
| «Овен» [50] | 12–33 | 8 лет | От минус 20°С до 70°С | ОВЕН, ModbusTCP/RTU/ASCII | RS-485, RS-232, Ethernet |
| «ICP DAS» [51] | 14–86 | До 40 лет | От минус 25°С до 75°С | Modbus TCP/RTU/ASCII | Ethernet, RS-485, RS-232, GPRS, USB |
| «Сегнетикс» [52] | 11–17 | 3–10 лет | От минус 15°С до 55°С | EtherNet/IP, Modbus TCP/RTU/ASCII | RS-485 |
| «НИЛ АП» [53] | 36 | 10–20 лет | От минус 10°С до 70°С | Modbus TCP/RTU/ASCII | Ethernet, RS-485, USB |

3.1.2 Модуль удалённого ввода–вывода Элсима-D01

Модуль УВВ «Элсима-D01», представленный на рисунке 3.3, используется совместно с контроллером «Элсима-M01».

Применяется для увеличения количества каналов дискретного ввода–вывода ПЛК Элсима-M01.

Различные способы подключения к контроллеру:

- непосредственное подключение одного модуля;
- подключение модулей с использованием выделенного коммутатора;

– подключение модулей через общие сети Ethernet.

Питание: 24В постоянного тока.

Примерная стоимость данной модели составляет 9000 рублей.



Рисунок 3.3 – Модуль УВВ «Элсима-D01»

3.1.3 Сигнализатор многоканальный адресуемый пожарный МС-АП-01

Сигнализатор МС-АП-01, представленный на рисунке 3.4, представляет собой прибор для приёма сигналов от пожарных и охранных извещателей, их адресации и передачи информации по последовательному интерфейсу к управляющему контроллеру.

Примерная стоимость данной модели составляет 18000 рублей.



Рисунок 3.4 – Сигнализатор МС-АП-01

3.1.4 Источник питания EF А 1АС/24 DC-1

Источник питания EF А 1АС/24 DC-1, представленный на рисунке 3.5, имеет напряжение 24 Вт, подключается в 1-фазную сеть. Обладает

пластиковым корпусом, монтируется на DIN-рейку. Необходим для регулирования в первичной цепи.

Примерная стоимость данной модели составляет 2000 рублей.



Рисунок 3.5 – Источник питания EF A 1AC/24

3.1.5 Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный ИПД-3.2 НЗ

ИПД-3.2 (рисунок 3.6) предназначен для обнаружения возгораний в закрытых помещениях различных зданий и сооружений, сопровождающихся появлением дыма, и передачи сигнала «ПОЖАР» на ППК (МС-АП-01).

Основные особенности ИПД-3.2 НЗ:

- обнаружение пожаров на ранней стадии;
- высокая устойчивость к ложным срабатываниям;
- 4-х проводное подключение к ППК;
- нормально-замкнутые контакты реле;
- индикация дежурного режима работы и режима «Пожар»;
- совместимость с разными ППК;
- возможность монтажа как на потолке, так и на стене;
- наличие декоративных колец для монтажа на подвесных потолках.

Средняя стоимость данной модели на рынке составляет 600 рублей.



Рисунок 3.6 – Извещатель ИПД–3.2

3.1.6 Сирена сигнальная «Флейта-12В»

Сирена сигнальная Флейта-12В (рисунок 3.7) предназначена для выдачи звуковых сигналов на объектах, оснащенных охранно-пожарной сигнализацией. Относится к восстанавливаемым обслуживаемым изделиям.

Средняя стоимость данной модели на рынке составляет 200 рублей.



Рисунок 3.7 – Сирена сигнальная «Флейта-12В»

3.1.7 Оповещатель световой «Призма-100»

Световой оповещатель «Призма-100», показанный на рисунке 3.8, служит для подачи световых сигналов о состоянии охраняемого объекта в системах охранно-пожарной сигнализации.

Основные особенности Призма-100:

– Подключается к приёмно-контрольным охранно-пожарным приборам (ПЖКОП).

– Для улучшения видимости подаваемых сигналов применены светодиоды повышенной яркости при низком потреблении тока.

– Конструкцией оповещателя предусмотрено его подключение к системе сигнализации без соблюдения полярности. Данное свойство особенно удобно для инсталляторов охранно-пожарной сигнализации.

– «Призма-100» может использоваться и внутри помещения, и в качестве внешнего оповещателя (под навесом).

Средняя стоимость данной модели на рынке составляет 150 рублей.



Рисунок 3.8 – Оповещатель световой «Призма-100»

3.1.8 Вентилятор Evercool EC4020H12B

Данная модель вентилятора производства компании Evercool будет выполнять роль дымоудалителя в стенде. Частота вращения вентилятора составляет 5500 об/мин, что говорит о довольно быстром удалении дыма из помещения на объекте. Устройство представлено на рисунке 3.9.

Средняя стоимость данной модели на рынке составляет 360 рублей.



Рисунок 3.9 – Вентилятор Evercool EC4020H12B

3.1.9 Модуль порошкового пожаротушения «Эпотос Буран-0.3м1»

Модуль порошкового пожаротушения «Буран-0.3м1» (рисунок 3.10) предназначен для локализации и тушения пожаров класса А, В, С, а также пожаров, возникающих в электрооборудовании, находящемся под напряжением без ограничения величины, согласно требованиям, п.9.1.6 СП 5.13130.2009 [54]. Модуль применяется в автоматических установках порошкового пожаротушения в производственных, складских, бытовых и других помещениях, в местах за подвесным потолком, фальшполами, в шкафах с электрооборудованием, а также в системах противопожарной защиты, монтируемых в отсеках транспортных средств (поездов, подвижного состава метрополитена, автомобилей, средств наземного транспорта и др.). Средняя стоимость данной модели на рынке составляет 3400 рублей.



Рисунок 3.10 – Модуль пожаротушения «Буран-0.3м1»

3.1.10 Электропривод дверного замка **Vigilant A-2 Strong**

Электропривод **Vigilant A-2 Strong**, показанный на рисунке 3.11, предназначен для управления замками дверей автомобиля. В проектируемом стенде будет являться имитированным приводом задвижки окна на возгораемом объекте.

Средняя стоимость данной модели на рынке составляет 520 рублей.



Рисунок 3.11 – Электропривод **Vigilant A-2 Strong**

3.1.11 Инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации **CoDeSysV3.5SP11**

Данная среда выполнена на русском языке и является абсолютно бесплатной, совместима с ПЛК «ЭЛСИМА» и содержит все необходимые инструменты и библиотеки для работы с контроллером. **CoDeSys** [55] используется для создания и отладки прикладного программного обеспечения и разработки интерфейса оператора, которые в сочетании образуют пользовательский проект.

3.1.12 Среда разработки **SCADA INFINITY**

SCADA INFINITY – мощная полнофункциональная SCADA-система для разработки, настройки и эксплуатации систем управления распределенными производствами, разработанная компанией «ЭлеСи».

SCADA INFINITY применима на промышленных предприятиях самого различного масштаба и степени распределённости производства благодаря унификации архитектурных решений и строгому соблюдению норм промышленных стандартов и спецификаций.

SCADA INFINITY обеспечивает интеграцию уровней АСУТП и АСУП и предоставляет информационную поддержку персоналу предприятия при выполнении следующих производственных функций:

- принятие оперативных решений во время управления технологическими процессами;
- диспетчеризация технологических процессов;
- формирование отчётности;
- сбор и обработка производственных и технологических данных.

В системе пожаротушения *SCADA INFINITY* выполняет роль ПО верхнего уровня. Все данные, полученные с ПЛК (средний уровень), по локальной сети Ethernet передаются на ПК, где в *SCADA INFINITY* формируется отчётность.

3.2 Общие требования к стенду

Система предназначена для определения пожара на контролируемом объекте и ликвидации возгорания. Все требования к системе написаны, основываясь на российский СП 5.13130.2009, европейский стандарт EN-54 [56] и Международный кодекс по системам пожарной безопасности [57].

Все технологические объекты располагаются на одном учебном стенде.

Стенд обладает функциями:

- автоматическое определение пожара;
- автоматическое управление задвижками;
- запуск оповещений (звукового и светового);
- автоматическое пожаротушение;
- автоматическое дымоудаление;
- защита от ложных срабатываний.

Синхронизация между сигнализатором МС-АП-01 и ПЛК «ЭЛСИМА» происходит по интерфейсу RS-485 с использованием протокола ModBus TCP/IP [58, 59].

Связь между ПЛК «ЭЛСИМА» и Модулем «Элсима-D01» происходит по интерфейсу Ethernet.

Запуск системы должен производиться с подачи питания на ПЛК «ЭЛСИМА».

Каркас стенда должен быть собран из прочных металлов.

Автоматизированное рабочее место оператора должно взаимодействовать с сетью противопожарной системы через контролируемый порт Ethernet с использованием протокола IP-связи с полной возможностью командования и управления.

Связь ПЛК со SCADA INFINITY должна происходить по каналу Ethernet.

ПЛК должен иметь поддержку языков программирования: FBD, ST и SFC.

Стенд должен иметь возможность подключения разных типов пожарных извещателей.

Стенд должен иметь источники питания на 220В AC и 12–24В DC.

Модуль «Элсима-D01» должен иметь не менее 4 дискретных и 2 аналоговых рабочих выходов.

Техническое обслуживание должно проводиться каждые 6 месяцев.

В случае аварийного отключения системы все данные должны сохраниться в базе данных.

Запуск системы производится со строгим соблюдением питания всех устройств.

Выключение системы не производится с работающими механизмами и устройствами.

Требования к ПК/ОС.

Для работы со SCADA ПК должен иметь ОС:

- Windows 2008 Server R2 (x64);
- Windows 2012 Server R2 (x64);
- Windows 7 (x64/x86);
- Windows 8 (x64/x86);
- Windows 10 (x64/x86).

Для работы компонентов SCADA INFINITY (без учета требований ОС) рекомендуется:

- процессор — Intel Pentium IV 3 ГГц;
- объём оперативной памяти — не менее 512 Мбайт. Для проектов с количеством сигналов более 20 000 — не менее 1024 Мбайт;
- 2 сетевые карты, обеспечивающие работу в 100-мегабитной сети.

Рекомендуется использовать источник гарантированного питания, обеспечивающий работу сервера не менее 15 минут при полностью заряженных батареях (в случае пропадания электропитания при полностью заряженных батареях).

Требования к кабелям по EN-54-14-2005.

- Все кабельные линии между устройствами должны быть защищены от пожара и механических повреждений.
- Кабеля должны фиксироваться при помощи хомутов, или прокладываться по кабельным колодцам. Прочность кабеля должна быть достаточной для каждого из этих видов прокладки.
- Размеры кабельных трасс и труб должны позволять свободное заведение и извлечение кабеля. Доступ к ним должен обеспечиваться при помощи съёмных и откидных крышек.
- Любой кабель, который должен сохранять свою работоспособность до истечения времени задержки во время поиска источника пожара.
- Отделение от других проводов механическим способом при помощи негорючего, прочного, жесткого и твёрдого материала, который отвечает требованиям СП 5.13130.2009.

- Использование электрически экранированных кабелей.
- Диаметр провода линий пожарной сигнализации должен быть не менее 0,6 мм каждой жилы.

3.3 Разработка алгоритма работы системы

Алгоритм работы системы пожаротушения создан в программе построения блок-схем и диаграмм Dia 0.97.2 для дальнейшей реализации в среде CodeSys.

Разработанный алгоритм в виде блок-схемы представлен на рисунке 3.12.

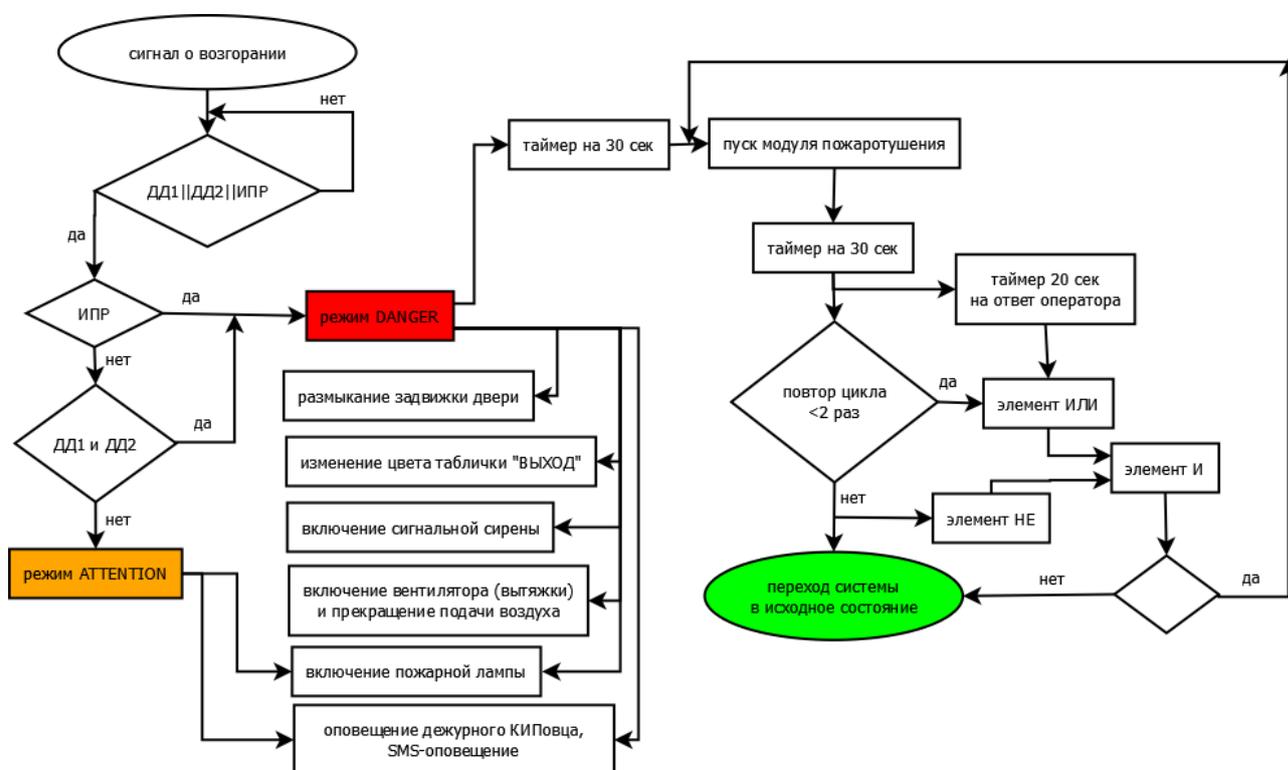


Рисунок 3.12 – Алгоритм работы системы

Алгоритм работы системы при возникновении пожара.

Система находится в ожидании сигнала с ДД либо с ИПР.

1) При получении сигнала с одного датчика система переходит в режим «Attention». Включается сигнальная лампа. На табло дежурного инженера КИП высвечивается событие о срабатывании ДД. Также высылается SMS-оповещение ответственному за пожарную безопасность лицу.

2) При получении сигналов с двух датчиков либо при нажатии кнопки «FIRE» (ИПР) система переходит в режим «Danger» (по п. 13.3.2 СП 5.13130.2009).

В Режиме «*Danger*» в модуле «Элсима-D01» по «приказу» ПЛК «ЭЛСИМА»:

- Включается пожарное оповещение (включается сирена сигнальная и лампа пожарная).
- Задвижка замка двери размыкается, если дверной замок в замкнутом положении.
- Табличка «Выход» меняет цвет.
- Включается вентилятор (вытяжка), прекращается подача свежего воздуха.
- Устанавливается таймер на 30 секунд (по п. 9.1.3 СП 5.13130.2009).
- Происходит запуск модуля пожаротушения.

3) Через 30 секунд после запуска модуля пожаротушения ожидается команда оператора на останов тушения.

3.1) При отсутствии ответа через 20 секунд или подтверждении продолжения тушения пожара запускается второй модуль пожаротушения. Цикл повторяется до двух раз.

3.2) При подтверждении о прекращении тушения система переходит в исходное состояние: выключаются сигнальная сирена, пожарная лампа, табличка «Выход» возвращается к изначальному цвету, через 15 секунд отключается вентилятор и возобновляется подача кислорода.

3.4 Реализация алгоритма работы системы в среде CodeSys

Алгоритм работы системы был реализован в среде программирования Codesys версии 3.5 на языке CFC.

Для учебного стенда пожаротушения в среде CoDeSys был создан проект на основе подобранного оборудования и схем. Он включает следующие объекты: ROU, типы данных, визуализации, ресурсы, библиотеки.

На рисунке 3.13 показан первый вариант рабочего алгоритма системы в среде CodeSys.

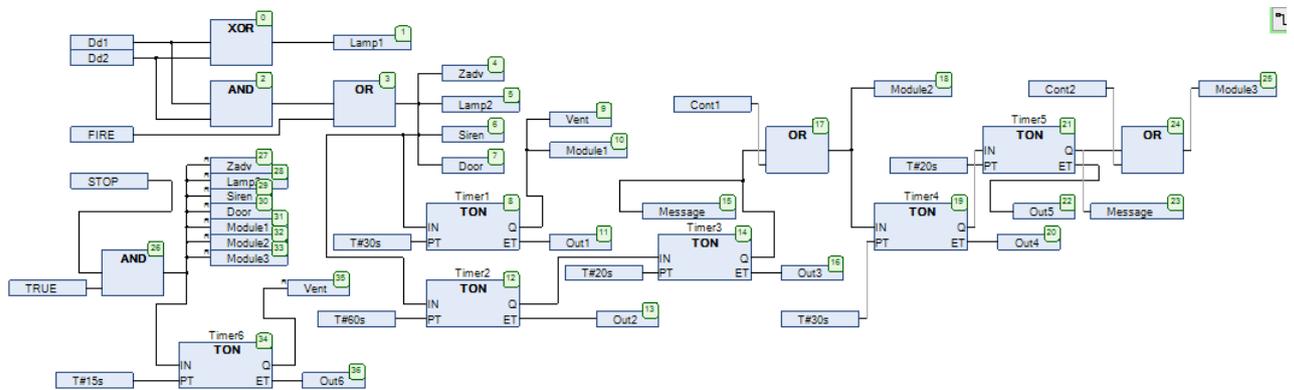


Рисунок 3.13 – Алгоритм системы в среде CodeSys

Раздел описания переменных, задействованных в среде CodeSys, представлен в Приложении Д.

Для проверки работоспособности без подключения к контроллеру был использован режим эмуляции. В нём проводится отладка и моделирование работы программы без загрузки в ПЛК.

Скриншот работы алгоритма в режиме эмуляции CodeSys приведён в Приложении Е.

3.4.1 Визуализация работы алгоритма

С помощью режима визуализации создано графическое представление работы алгоритма. Форма и цвет графических элементов могут изменяться при работе в среде в зависимости от значений переменных. Визуализация может выполняться в системе программирования, в отдельном приложении CoDeSys HMI, или как Web, или целевая (в ПЛК) визуализация.

Визуализация работы алгоритма была сделана в версии CodeSys V3.5 и представлена на рисунках 3.14 и 3.15.

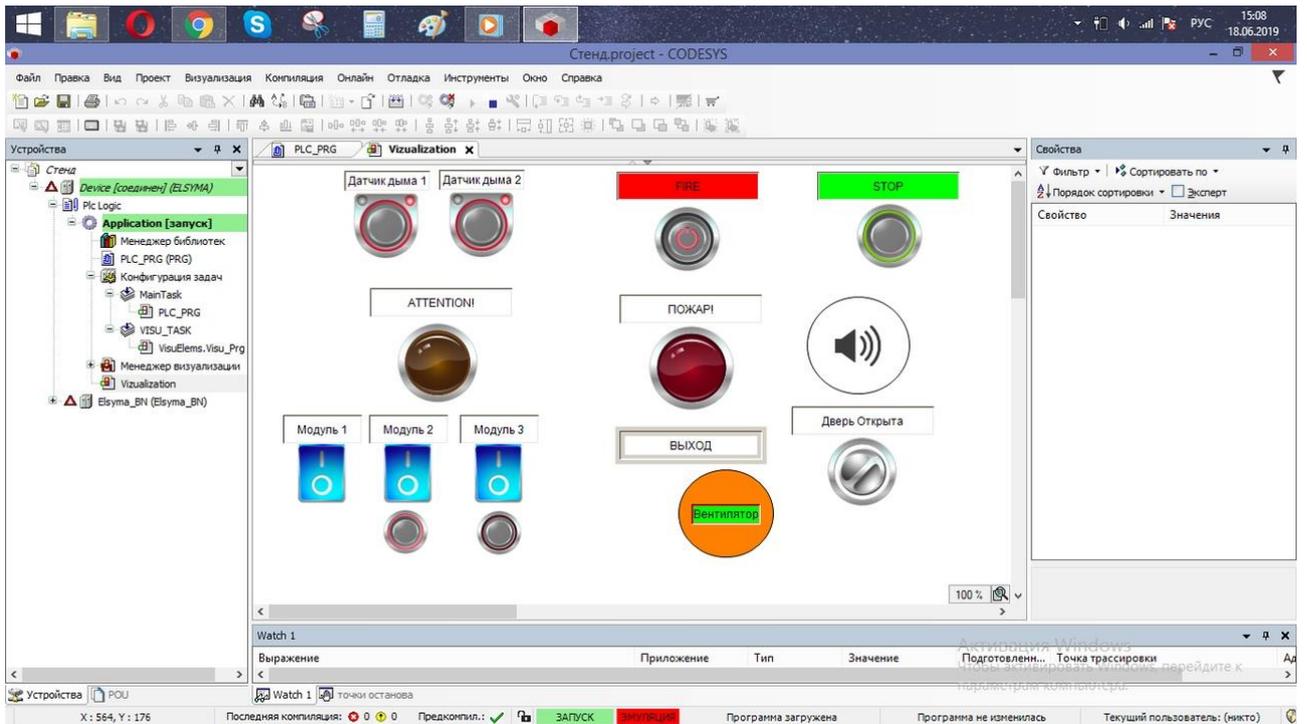


Рисунок 3.14 – Визуализация работы алгоритма системы в исходном режиме в CodeSys V3.5

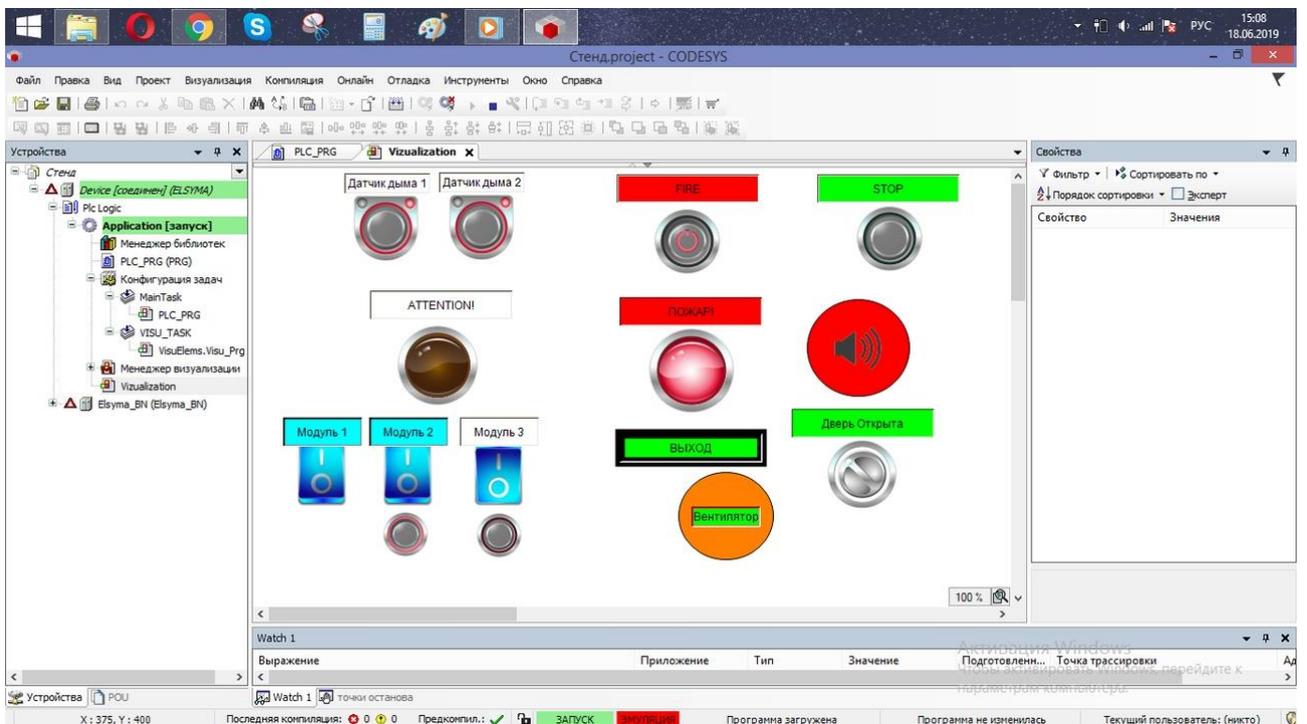


Рисунок 3.15 – Визуализация работы алгоритма системы в режиме «DANGER» в CodeSys V3.5

3.5 Разработка методических указаний для изучения автоматизированной система пожаротушения

В данном разделе описаны методические указания, разработанные для изучения обучающимися принципов работы автоматизированных противопожарных систем.

3.5.1 Разработка методических указаний по изучению подключения к ПЛК «ЭЛСИМА» пожарных извещателей

Перед началом работы с подключением пожарных извещателей необходимо изучить порты ПЛК «ЭЛСИМА» и руководство по эксплуатации ППК МС-АП-01. Схема ПЛК представлена на рисунке 3.16.

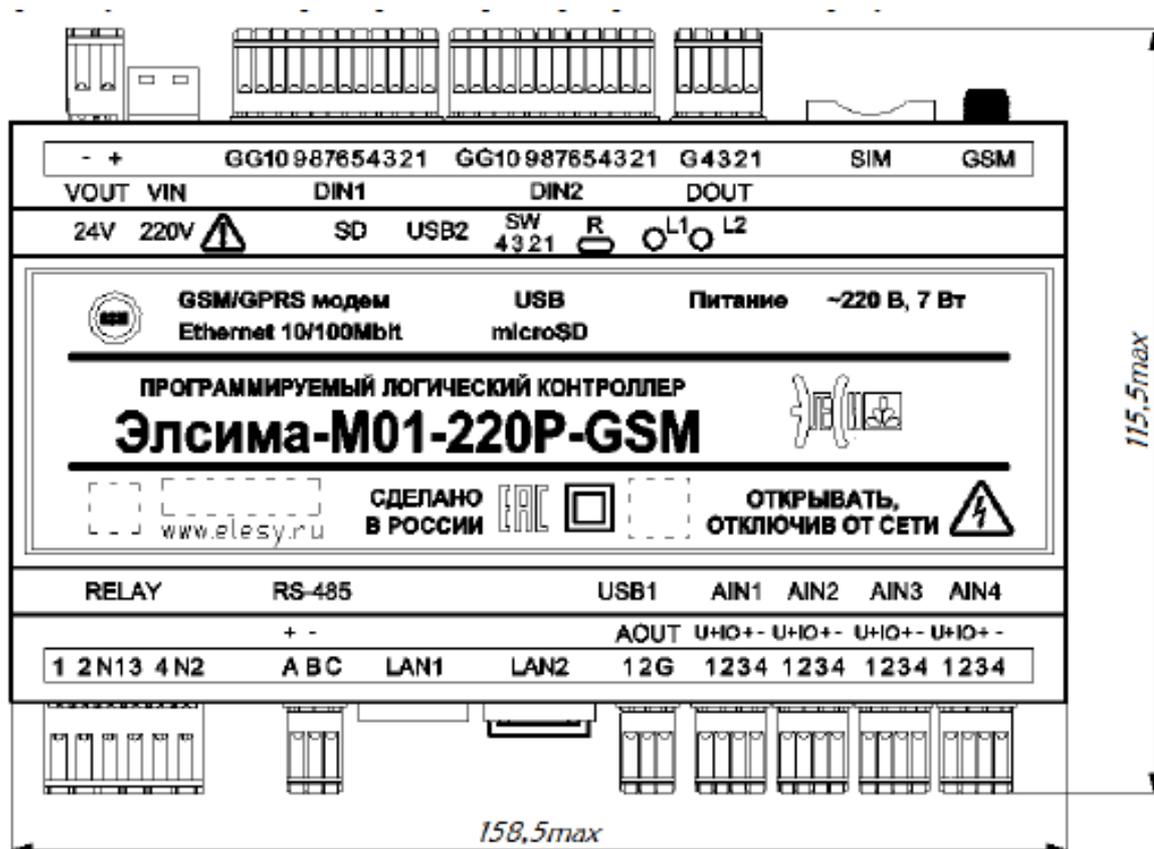


Рисунок 3.16 – Схема ПЛК «ЭЛСИМА»

В зависимости от того, какую систему пожарной безопасности вы будете использовать в лабораторной работе, нужно изучить все виды и типы пожарных извещателей и подобрать те, которые подходят в данном случае.

В разрабатываемом стенде системы пожаротушения могут быть использованы только дымовые (рисунок 3.17) и тепловые (рисунок 3.18) пожарные извещатели.



Рисунок 3.17 – Дымовой пожарный извещатель



Рисунок 3.18 – Тепловой пожарный извещатель

Подключение шлейфовых дымовых извещателей производится согласно схеме 3.19. Пожарные извещатели подключаются со строгим соблюдением полярности. На выводе 2 всегда «+», на выводах 3 и 4 всегда «-».

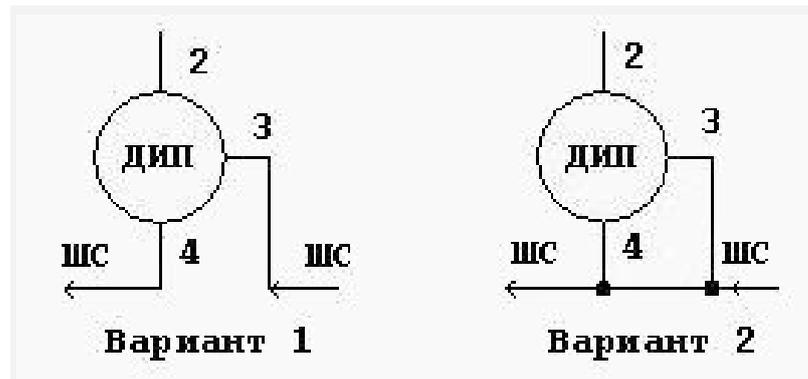


Рисунок 3.19 – Схема подключения дымовых извещателей

При подключении нескольких дымовых извещателей к единой шине используется схема, представленная на рисунке 3.20.

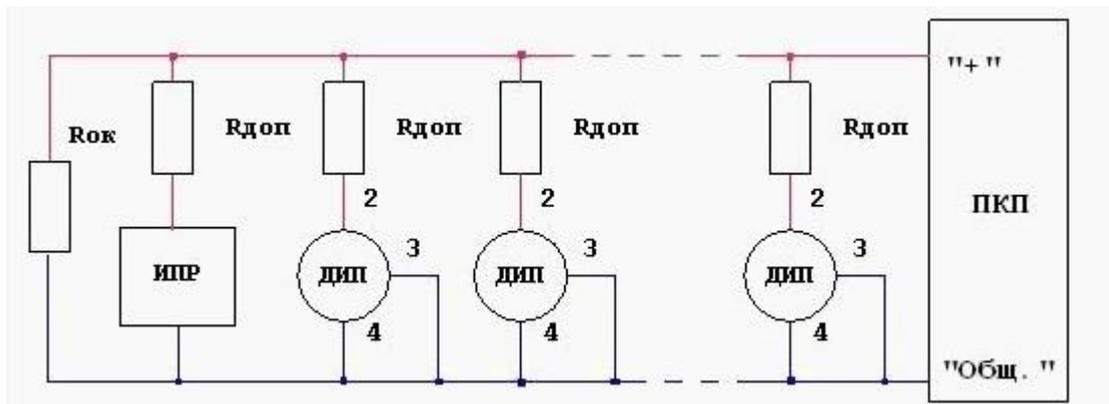


Рисунок 3.20 – Схема подключения дымовых извещателей на одной шине

При подключении нескольких тепловых извещателей к единой шине используется схема, представленная на рисунке 3.21.

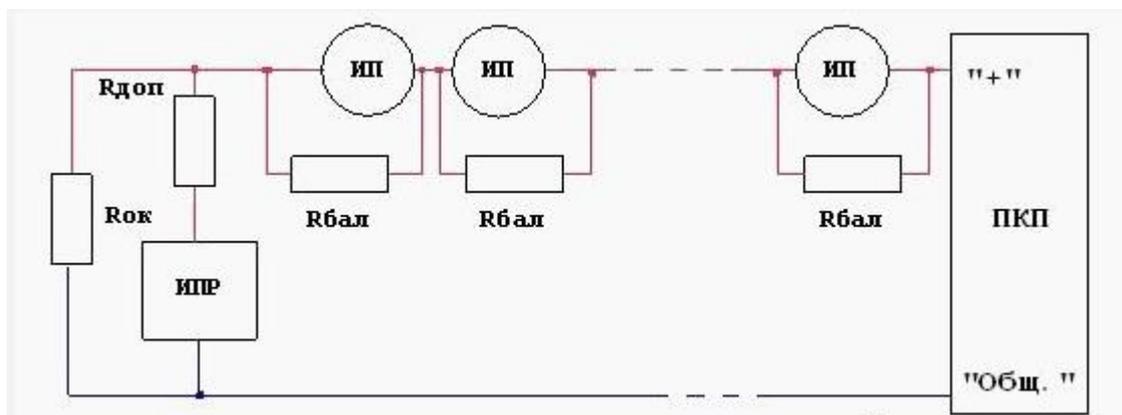


Рисунок 3.21 – Схема подключения тепловых извещателей на одной шине

3.5.2 Разработка методических указаний по управлению системой пожаротушения контроллером «ЭЛСИМА»

Для работы со стендом системы пожаротушения необходимо изучить имеющийся алгоритм работы системы пожаротушения и понять его принципы. Алгоритм представлен на рисунке 3.23.

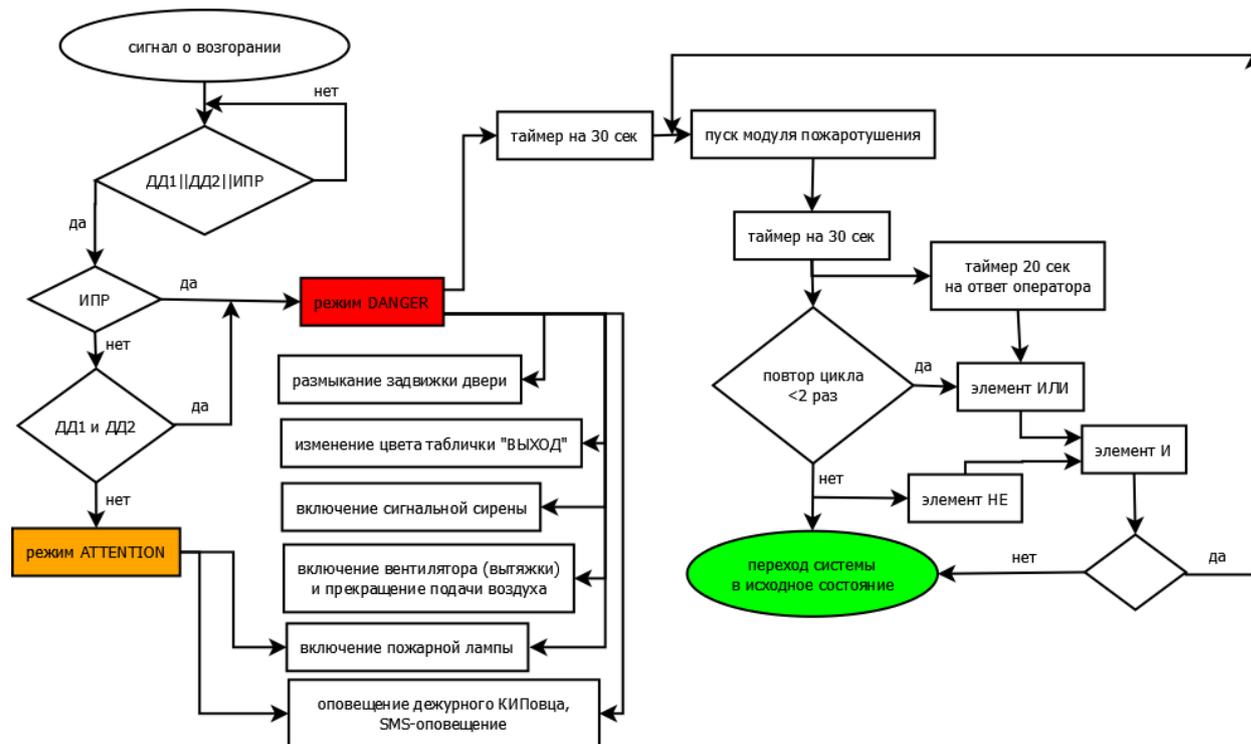


Рисунок 3.23 – Алгоритм работы системы пожаротушения на стенде

Описание алгоритма.

Стенд включен, система находится в ожидании сигнала с ДД либо с ИПР.

1) При получении сигнала с одного датчика система переходит в режим «Attention». Включается сигнальная лампа. На табло дежурного инженера КИП высвечивается событие о срабатывании ДД. Также высылается SMS-оповещение ответственному за пожарную безопасность лицу.

2) При получении сигналов с двух датчиков либо при нажатии кнопки «FIRE» (ИПР) система переходит в режим «Danger» (по п. 13.3.2 СП 5.13130.2009).

В Режиме «*Danger*» в модуле «Элсима-D01» по «приказу» ПЛК «ЭЛСИМА»:

- Включается пожарное оповещение (включается сирена сигнальная и лампа пожарная).
- Задвижка замка двери размыкается, если дверной замок в замкнутом положении.
- Табличка «Выход» меняет цвет.
- Включается вентилятор (вытяжка), прекращается подача свежего воздуха.
- Устанавливается таймер на 30 секунд (по п. 9.1.3 СП 5.13130.2009).
- Происходит запуск модуля пожаротушения.

3) Через 30 секунд после запуска модуля пожаротушения ожидается команда оператора на останов тушения.

3.1) При отсутствии ответа через 20 секунд или подтверждении продолжения тушения пожара запускается второй модуль пожаротушения. Цикл повторяется до двух раз.

3.2) При подтверждении о прекращении тушения система переходит в исходное состояние: выключаются сигнальная сирена, пожарная лампа, табличка «Выход» возвращается к изначальному цвету, через 15 секунд отключается вентилятор и возобновляется подача кислорода.

Далее в программе CodeSys будет представлен алгоритм с ошибкой в коде на языке FBD (Рисунок 3.24).

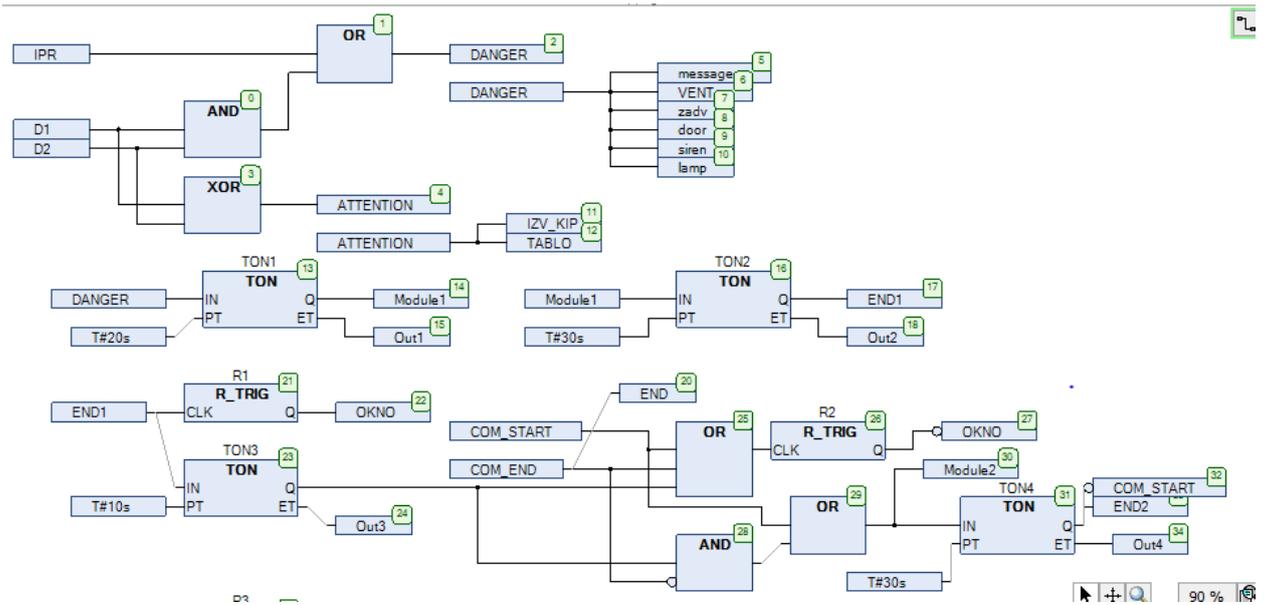


Рисунок 3.24 – Алгоритм работы системы в программе CodeSys на языке FBD

Язык FBD - графический язык программирования стандарта МЭК 61131-3. Основные блоки, используемые в алгоритме, показаны на рисунке 3.25.

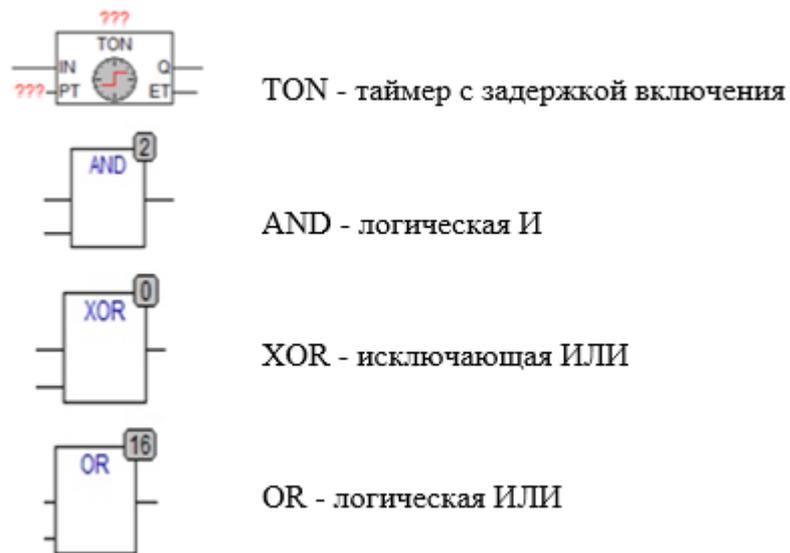


Рисунок 3.25 – Основные блоки, используемые в алгоритме

Необходимо по имеющемуся описанному алгоритму системы найти ошибку в коде и устранить её для корректной работы системы пожаротушения. На нахождение ошибки и её устранения дано 15 минут.

Для проверки работоспособности исправленного алгоритма необходимо создать визуализацию работы системы, как показано на рисунке 3.26.

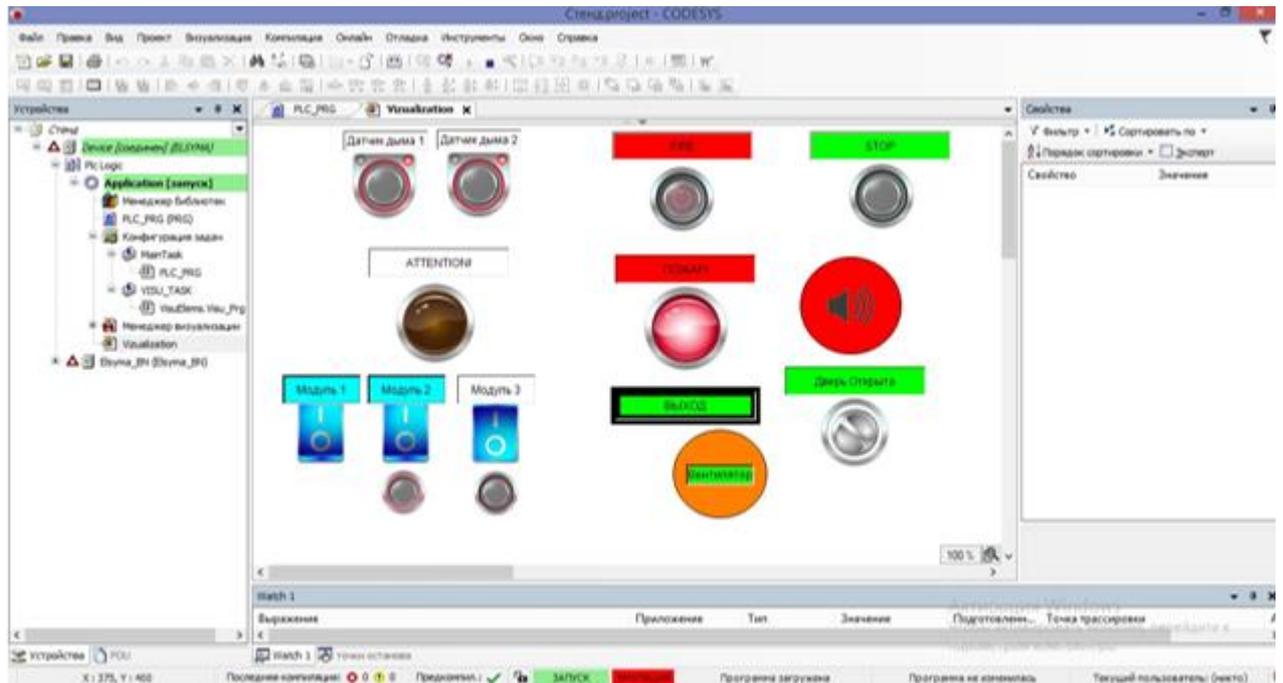


Рисунок 3.26 – Визуализация работы стенда в режиме эмуляции

На создание визуализации обучающемуся даётся 30 минут.

После устранения ошибки и создания визуализации обучающемуся необходимо создать новый алгоритм работы системы пожарной охраны и реализовать его в программном коде ПЛК (язык – по выбору: FBD, SFC, ST).

На создание нового алгоритма и реализацию его в программном коде обучающемуся даётся 180 минут.

Все разрабатываемые обучающимся алгоритмы должны соответствовать российским и международным стандартам по пожарной безопасности:

1. Международный кодекс по системам пожарной безопасности.
2. Европейский стандарт EN-54-13.
3. Российский ГОСТ СП5.13130.2009.

Параметры адреса ПЛК «ЭЛСИМА» (Ethernet: TCP/IPv4):

IP-адрес: 10.14.1.200

Маска подсети: 255.255.0.0

Основной шлюз: 10.14.0.1

3.5.3 Разработка методических указаний по настройке автоматизированного рабочего места оператора противопожарной системы

Перед началом настройки рабочего места оператора на ПК должна быть установлена SCADA INFINITY с лицензией. Настройка рабочего места осуществляется методом настройки сервера ввода–вывода и необходимых компонентов SCADA INFINITY.

Настройка компонента «InfinityAlarms».

«InfinityAlarms» является компонентом SCADA, основными функциями которого являются:

- получение оперативных и исторических сообщений с удалённых серверов;
- отображение оперативных и исторических сообщений;
- квитирование полученных сообщений;
- фильтрация отображаемых сообщений.

Для подключения к источнику оперативных данных необходимо настроить свойства сигналов для генерации сообщений по протоколу OPC AE, а также настроить подключение к источнику оперативных данных. В главном окне программы «InfinityAlarms» нужно открыть окно для настройки параметров и перейти в расширенные настройки, как показано на рисунке 3.27. В закладке «Подключение» в качестве источника оперативного режима выбираем «OPC AE Server». Далее в закладке «Оперативный режим» в качестве источника выбираем «OPC AE Server». После проделанных операций необходимо сохранить настройки и, чтобы настройки вступили в силу, перезапустить программу.

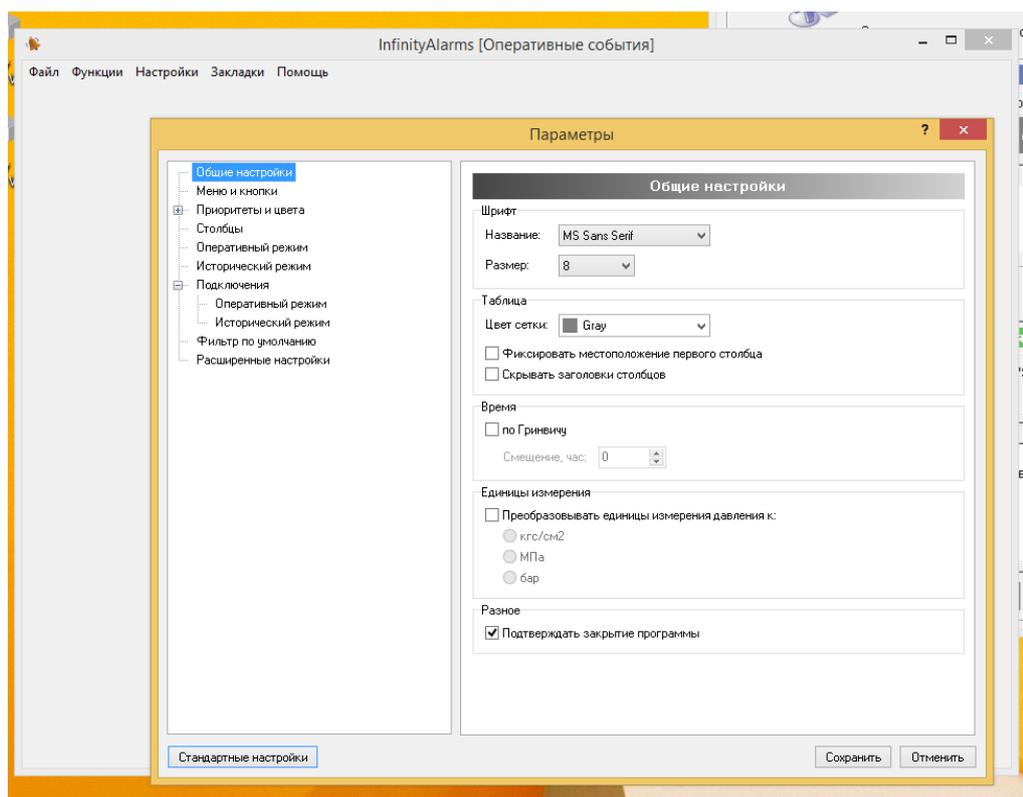


Рисунок 3.27 – Настройка InfinityAlarms

Также в «InfinityAlarms» имеется возможность настройки пользовательских столбцов, приоритетов цветов, фильтрации сообщений, мигания и квитирования событий. Обучающийся выполняет эти настройки по желанию.

Настройка OPC–клиента.

Настройка свойств сигнала сервера ввода–вывода для генерации сообщений по протоколу OPC AE выполняется с помощью модуля «OPC AE сервера», входящего в состав сервера ввода–вывода «InfinityServer». Модуль генерирует сообщения по заданным условиям и передаёт информацию клиентам, подключенным к серверу ввода–вывода. Для каждого сигнала могут задаваться разные условия, в отслеживании которого заинтересован OPC AE клиент. Настройка сервера начинается с открытия конфигуратора и добавления модуля «OPC AE Server Module». Для модуля источниками данных является сигнал сервера. Он создаётся в дереве сигналов и может быть разного типа – Byte, Word, DWord, Float, Double и др. После создания сигнала, его необходимо

выделить и перейти в закладку «OPC AE», где задаются его свойства и параметры, как показано на рисунке 3.28.

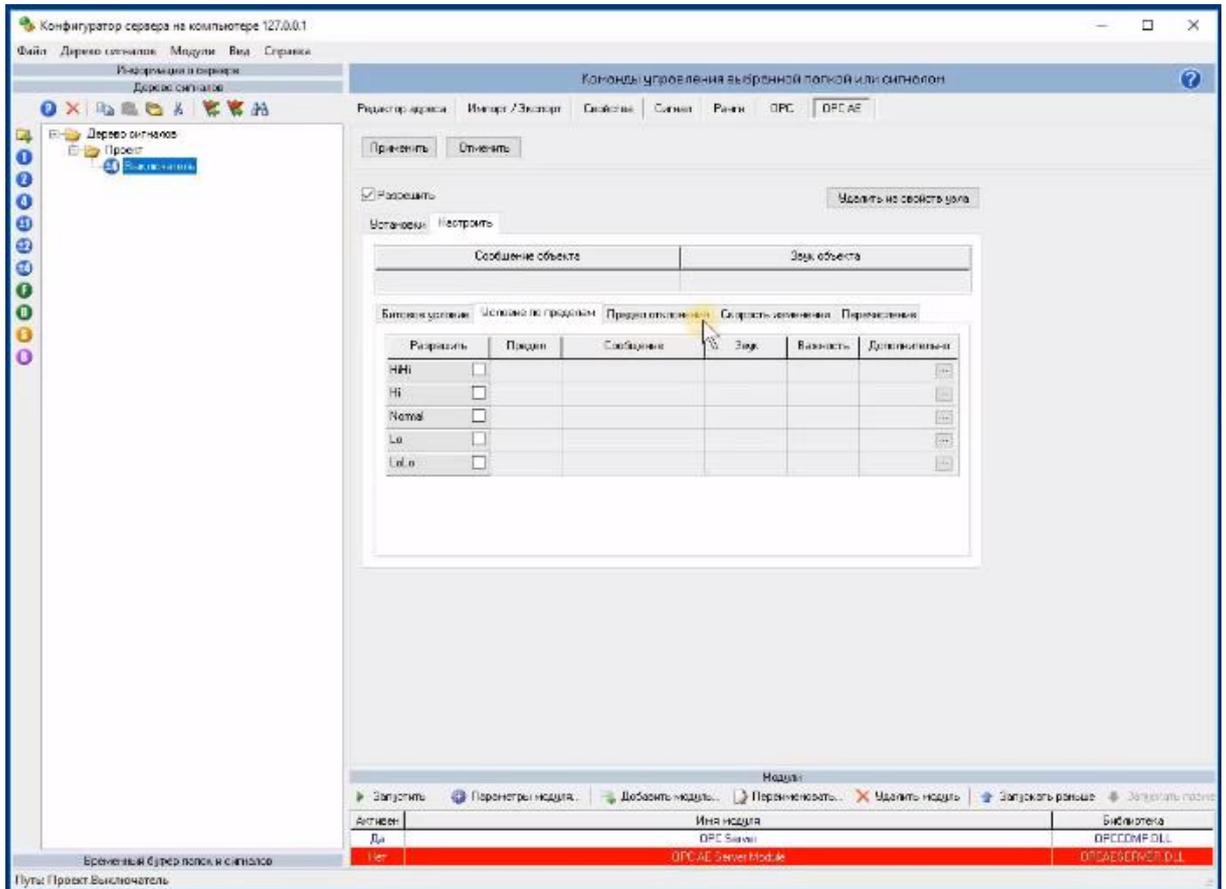


Рисунок 3.28 – Конфигуратор OPC AE сервера

Для созданного сигнала можно настроить генерацию значений по пределам, по пределам отклонения, по скорости изменения и по перечислению.

После проделанных операций необходимо сохранить выполненные изменения и запустить (перезапустить) модуль. Перезапуск модуля необходим при любых изменениях свойств, отвечающих за генерацию сообщений.

Для того, чтобы увидеть результат настройки, необходимо воспользоваться компонентом «InfinityAlarms» и тестовым OPC клиентом, в котором можно менять значение сигнала (рисунок 3.29).



Рисунок 3.29 – Тестовый OPC клиент

Компонент «InfinityAlarms» настроен на подключение к OPC AE серверу и находится в режиме получения оперативных сообщений.

Для настройки свойств сигнала для генерации сообщений с условием по перечислению необходимо:

1. В конфигураторе добавить модуль «OPC AE сервер».
2. Настроить параметры модуля. В иконке «Добавить файл» выбрать файл, который будет использоваться для расшифровки сообщений от сервера и указать номер файла.

3. Создать сигнал и настроить его свойства. В дереве сигналов создаётся целочисленный сигнал типа LongInt. Выделить его и перейти на закладку «OPC AE» и выбрать настройку генерации значений по «перечислению». Установить флаг в графе «Enumeration» и указать номер файла, который был создан в настройках параметра модуля. Сохранить настройки и перезапустить модуль. Проверить генерацию события с помощью «InfinityAlarms» и в тестовом OPC клиенте подписаться на созданный сигнал. Для проверки корректной работы задать различные значения в тестовом OPC клиенте и посмотреть события в «InfinityAlarms», как представлено на рисунке 3.30.

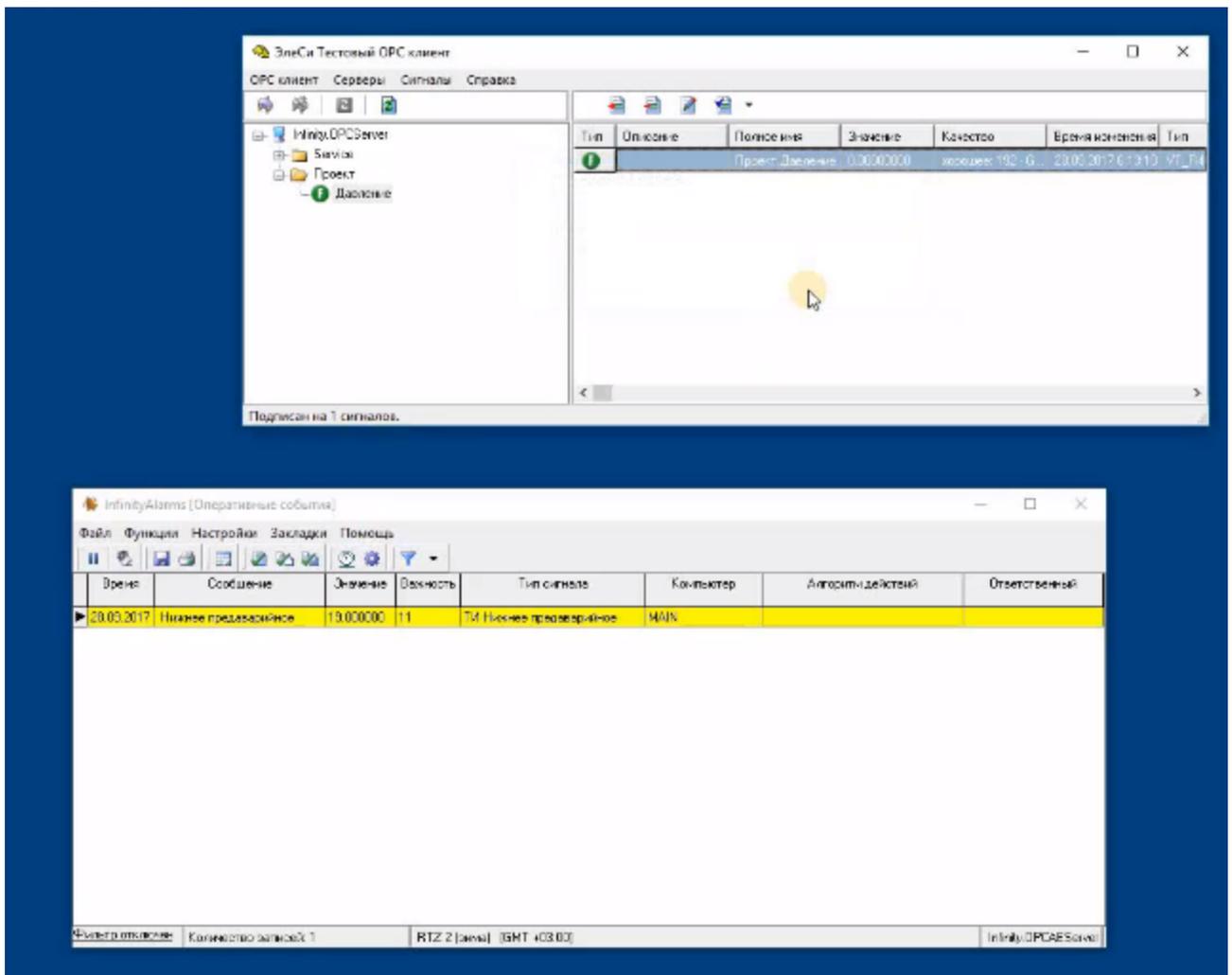


Рисунок 3.30 – Проверка генерации сообщений в «InfiniAlarms»

Настройка компонента «InfiniHistoryServer».

Система управления историческими технологическими данными «InfiniHistoryServer» предназначена для сбора и ведения истории технологического процесса, а также обеспечения доступа клиентских приложений к архиву исторической информации.

«InfiniHistoryServer» собирает данные от любых источников, поддерживающих интерфейсы OPC DA и OPC AE, а предоставляет данные по интерфейсам OPC HAD и OPC HAE. Схема передачи данных представлена на рисунке 3.31.



Рисунок 3.31 – Схема передачи данных

Компонент состоит из трёх частей:

- 1) Коллектор – собирает данные технологического процесса от источников, организует временный буфер обмена данных и передаёт их серверу.
- 2) Сервер истории – хранит данные технологического процесса, а также отдаёт накопленные данные клиенту.
- 3) Конфигуратор – предназначен для конфигурирования системы управления историческими данными.

Для подключения к источнику данных в историческом режиме необходимо настроить компонент «InfinityHistoryServer» для ведения истории сигналов, а также настроить подключение «InfinityAlarms» к источнику данных в историческом режиме и задать временной интервал, за которые требуется отобразить данные. Для отображения исторических данных необходимо сохранить эти события в историческую базу. Для настройки подключения «InfinityAlarms» к источнику данных в историческом режиме необходимо в «InfinityAlarms» открыть окно для настройки параметров и перейти в расширенные настройки. В закладке «Подключение» в качестве источника исторического режима выбираем «HAE Server». Далее в закладке «Исторический режим» в качестве источника выбираем HAE Server. Чтобы

настройки вступили в силу, нужно перезапустить программу. Для просмотра исторических сообщений выбираем графу временного периода в окне «InfinityAlarms [Исторические события]».

Для настройки сервера истории необходимо:

- создать коллектор, собирающий данные от источников;
- добавить источник оперативных данных;
- добавить источник событий;
- импортировать теги, существующие в сервере;
- задать расположение сервера истории;
- применить конфигурацию.

Созданный коллектор с источником оперативных данных, источником событий и заданным расположением сервера истории показан на рисунке 3.32.

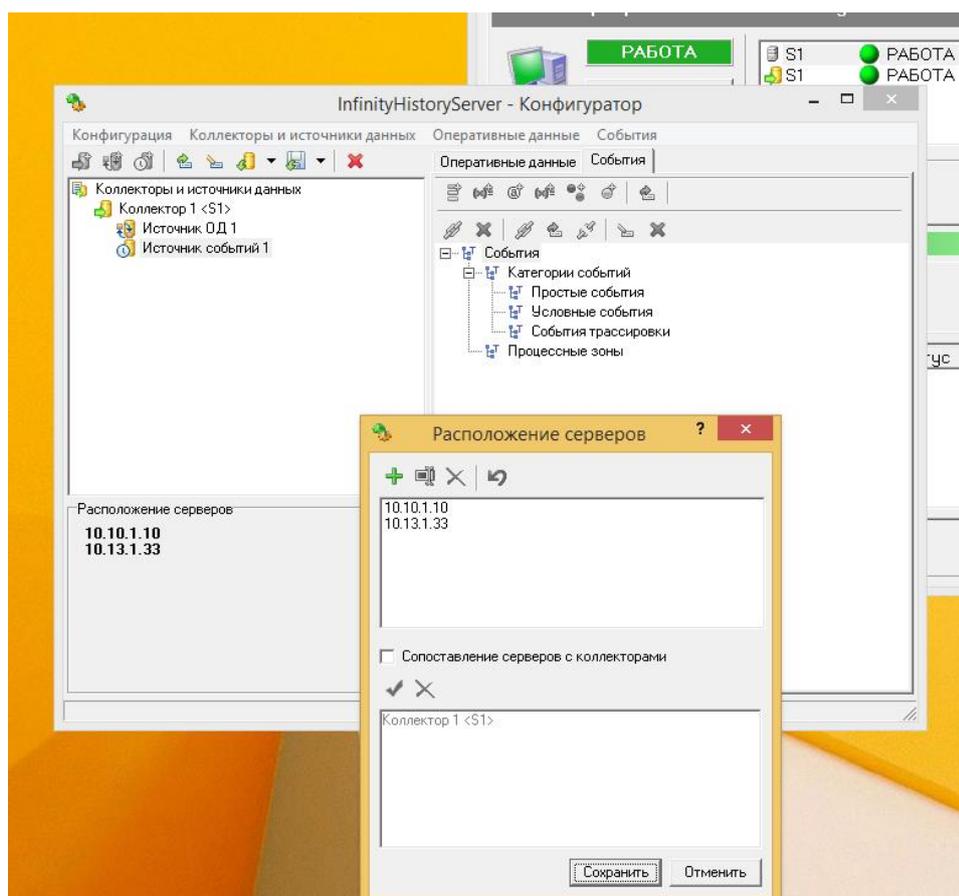


Рисунок 3.32 – Конфигуратор «InfinityHistoryServer»

После внесения любых изменений в конфигурации сервера истории, её необходимо применить.

Настройка взаимодействия SCADA с ПЛК по протоколу ModBus TCP/IP.

Взаимодействие с контроллером противопожарной системы осуществляется по протоколу ModBus TCP/IP. Для этого необходимо добавить в состав конфигурации сервера модуль ModBus и настроить соединение.

Настройка выполняется с помощью модуля «ModBus TCP/IP Master», который входит в состав ввода–вывода «InfinityServer», и предназначен для опроса подчинённых устройств по протоколу ModBus TCP/IP. Для настройки свойств сигнала ТИ на получение данных по протоколу необходимо:

1. В конфигураторе сервера добавить модуль «ModBus TCP/IP Master».
2. В дереве сигналов создать сигнал ТИ.
3. Настроить параметры протокола для созданного сигнала.
4. Настроить параметры модуля.

Для добавления в конфигуратор сервера модуля «ModBus TCP/IP Master» в области «Модули» нажимаем ячейку «Добавить модуль» и выбираем из списка необходимый нам. Далее в дереве сигналов создаётся сигнал телеизмерения типа «float». Следующим шагом служит настройка протокола ModBus для созданного сигнала. В дереве сигналов активируем созданный сигнал и переходим на закладку «Редактор адреса». Здесь выбираем протокол, по которому необходимо получить данные. Указываем номер логического канала, который осуществляет связь сигнала с модулем. Указываем номер маршрута, для обмена с которым предназначен сигнал. Здесь же выбирается протокольный тип (Телесигнализация ТС, Телеуправление ТУ, Телеизмерения ТИ и т.д.). Настройки необходимо сохранить.

Для установки связи с подчинённым устройством нужно выполнить настройки параметра модуля, где указывается номер логического канала, который был задан ранее при настройке параметров протокола; добавить маршрут с параметрами адреса подчинённого устройства и номер TCP-порта,

через который будет вестись опрос с подчинённого устройства. Настройка передачи данных по протоколу ModBus TCP/IP показана на рисунке 3.33.

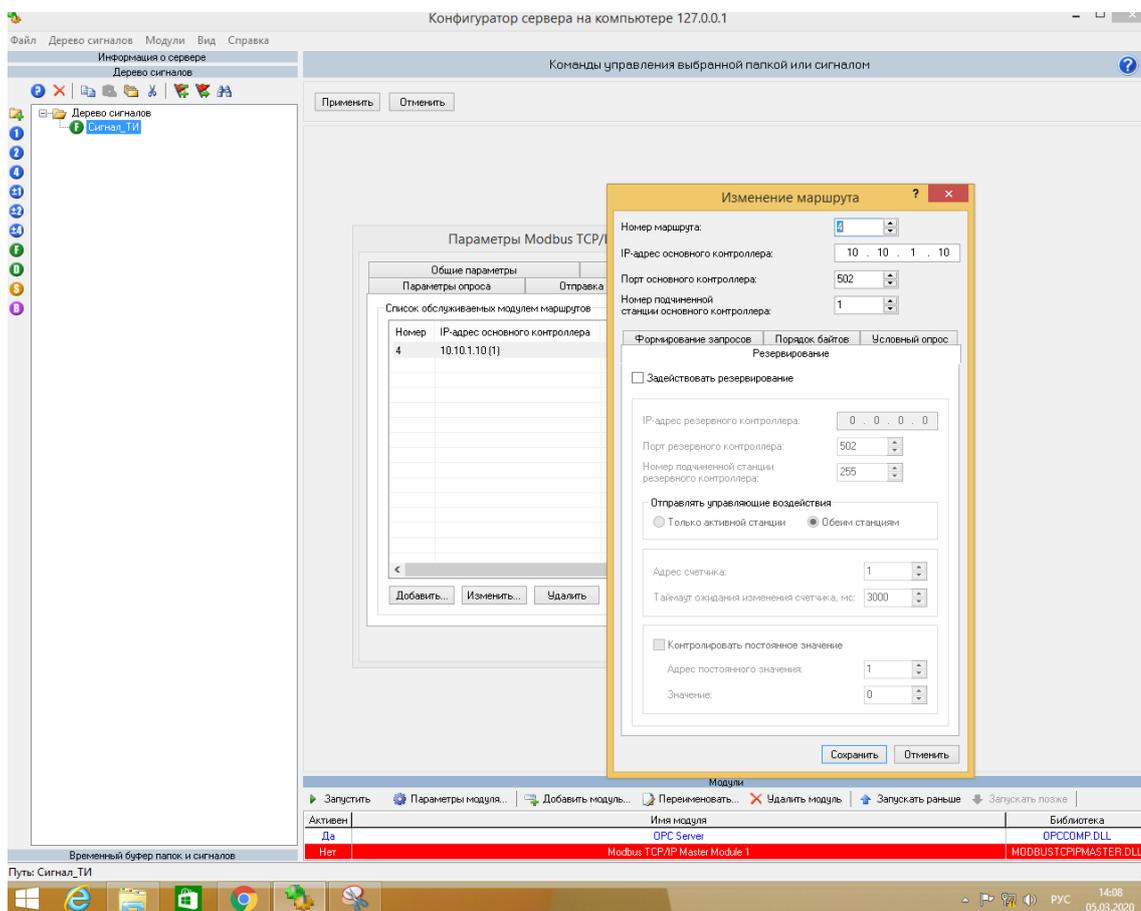


Рисунок 3.33 – Настройка передачи данных по ModBus TCP/IP

На настройку автоматизированного рабочего места оператора обучающемуся даётся 90 минут.

Данное пособие нужно для настройки верхнего уровня системы пожаротушения. На верхнем уровне у оператора имеется возможность отслеживать события, происходящие в системе, и вести базу данных по этим событиям.

Заключение

Для обучения наладчиков систем автоматизированного пожаротушения был разработан стенд, демонстрирующий работу автоматизированной системы пожаротушения.

Были изучены типы и виды пожарных извещателей.

Был проведён патентный обзор систем-аналогов стенда.

Был проведён анализ используемых в современных пожарных системах интерфейсов и протоколов. В результате проведённых исследований выявлено, что наиболее используемые в пожарной безопасности являются интерфейсы RS-485, Ethernet и RS-232, что указывает на их стабильность, надёжность и скорость передачи данных при обнаружении точки возгорания.

Была спроектирована принципиальная схема, на основе которой был разработан алгоритм работы системы пожаротушения. Данный алгоритм был реализован в программной среде CodeSys, где была проведена эмуляция и создана визуализация работы системы без подключения к ПЛК.

Были изучены российские, европейские и международные правила по пожарной безопасности, на основе которых были разработаны требования к учебно-лабораторному стенду.

Для лабораторного изучения системы пожарной охраны были разработаны методические указания по изучению подключения к ПЛК «ЭЛСИМА» пожарных извещателей, управлению системой пожаротушения контроллером «ЭЛСИМА» и настройке автоматизированного рабочего места оператора противопожарной системы. Написанные методические указания будут использованы в качестве указаний для лабораторных работ по системам пожарной охраны. Объём методического обеспечения данного стенда составляет 360 минут. Есть перспективы в разработке лабораторных работ по передаче данных по протоколу ModBus TCP/IP и по аварийным ситуациям.

Сокращения, обозначения, термины и определения

В настоящей выпускной квалификационной работе применяются следующие сокращения, обозначения, термины и определения:

ИК – Инфра-красное (излучение).

ИПР – Извещатель пожарный ручной.

ПБ – Патентная база.

ФИПС – Федеральный институт промышленной собственности.

Espacenet patent search – Европейская патентная база.

USPTO patent full-text and image database – Американская патентная база.

СП – Свод правил.

БУ – Блок управления.

ППК – Прибор приёмно-контрольный.

КП – Контрольная панель.

ПО – Программное обеспечение.

ШС – Шлейф сигнализации.

ДД – Датчик дыма.

ПЛК – Программируемый логический контроллер.

УВВ – Удалённый ввод-вывод.

ИП – Источник питания.

ТИ – Телеизмерение.

Интерфейс – совокупность средств и методов взаимодействия между элементами системы.

Протокол – набор правил и действий, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включенными в сеть устройствами.

ModBus TCP/IP – открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий — ведомый. Широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами. Может

использоваться для передачи данных через последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232, и сети TCP/IP.

Ethernet – семейство технологий пакетной передачи данных между устройствами для компьютерных и промышленных сетей.

CodeSys – Среда разработки и программирования – средний уровень системы.

Dia 0.97.2 – Программная среда для построения и редактирования блок-схем и диаграмм.

ПЛК «ЭЛСИМА» – промышленный контроллер производства АО «ЭлеСи».

МС-АП-01 – Прибор приёмно-контрольный производства АО «ЭлеСи».

CodeSys – инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации для программирования промышленных контроллеров.

SCADA INFINITY – Среда разработки и программирования – верхний уровень системы.

МЭК 61131 – Международный стандарт, описывающий языки программирования для программируемых логических контроллеров.

Список использованных источников

1. РОССИЯ В ЦИФРАХ 2017. Краткий статистический сборник / ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ (Росстат). – М.: Москва, 2017. – 513 с.
2. Пожары на производстве: причины и профилактика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.okbm.nnov.ru/company/emecom-of-russia-informs/pozhary-na-proizvodstve-prichiny-i-profilaktika/>, свободный (дата обращения: 12.02.2020).
3. Статистика пожаров в Российской Федерации за 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki-fire.org/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0-%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2-%D0%A0%D0%A4-2017.ashx>, свободный (дата обращения: 14.02.2020).
4. Пожары и взрывы на промышленных предприятиях в России в 2018–2019 годах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/20190116/1549440149.html>, свободный (дата обращения: 16.02.2020).
5. Крупные пожары на промышленных предприятиях в России в 2018–2019 годах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/20190828/1557989421.html>, свободный (дата обращения: 18.02.2020).
6. Статистические данные о пожарах и последствиях от них в Российской Федерации за 2019 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zvezdny.permarea.ru/Novosti/Novosti/2020/02/15/244142/>, свободный (дата обращения: 18.02.2020).
7. Крупные пожары и взрывы на предприятиях в России в 2019–2020 годах [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://ria.ru/20200131/1564103536.html>, свободный (дата обращения: 18.02.2020).

8. Типы пожарных извещателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://txcom.ru/typy-pozharnykh-izveshchateley>, свободный (дата обращения: 21.04.2020).

9. Извещатели пожарные, типы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireflyer.ru/pozharnaya-signalizatsiya/izveshhateli-pozharnye-tipy.html>, свободный (дата обращения: 23.04.2020).

10. Извещатели пламени (световые): виды, типы, характеристики и правила установки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/izveshhateli-plameni-vidyi-tipyi-harakteristiki-i-pravila-ustanovki/>, свободный (дата обращения: 21.04.2020).

11. Газовые пожарные извещатели: типы, разновидности, плюсы и минусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/gazovye-pozharnye-izveshhateli-tipyi-raznovidnosti-plyusyi-i-minusyi/>, свободный (дата обращения: 22.04.2020).

12. Комбинированные пожарные извещатели: типы, разновидности, плюсы и минусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/kombinirovannye-pozharnye-izveshhateli-tipyi-raznovidnosti-plyusyi-i-minusyi/>, свободный (дата обращения: 22.04.2020).

13. Ручные пожарные извещатели: типы, разновидности, характеристики и правила установки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ruchnyie-pozharnye-izveshhateli-vidyi-tipyi-harakteristiki-i-pravila-ustanovki/>, свободный (дата обращения: 23.04.2020).

14. Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>, свободный (дата обращения: 13.04.2020).

15. Espacenet: free access to over 100 million patent documents [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com>, свободный (дата обращения: 13.04.2020).

16. US Patent & Trademark Office, Patent Full Text and Image Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://patft.uspto.gov/>, свободный (дата обращения: 13.04.2020).

17. Стенд для исследования процессов горения и тушения пожара [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?facesredirect=true&id=602b3b61e0d22b22364491478a5fb8ba>, свободный (дата обращения: 11.02.2019).

18. Научно–исследовательский лабораторный стенд автоматических систем пожарной сигнализации и аварийного управления инженерными системами зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?facesredirect=true&id=0d5af7fe5eb3138dd76318df2d130c3e>, свободный (дата обращения: 12.02.2019).

19. Обучающий стенд технических средств пожарной сигнализации и автоматики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?facesredirect=true&id=821f963d2c30decd96c6bbf0eae26c0>, свободный (дата обращения: 13.02.2019).

20. Проверочно-демонстрационный стенд автоматической установки пожарной сигнализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?facesredirect=true&id=8b9f3f21486f060af415bce0e1525dfc>, свободный (дата обращения: 13.04.2020).

21. Лабораторный стенд «Электромонтаж и наладка пожарной сигнализации» ЭиНПС-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://labstand.ru/catalog/02_02_laboratornye_stendy_sistemy_pozharnoy_bezopasnosti/laboratornyy-stend-elektromontazh-i-naladka-pozharnoy-signalizatsii-einps-01, свободный (дата обращения: 04.03.2019).

22. Лабораторный стенд «Электромонтаж и наладка систем пожарной безопасности» ЭиН-СПБ-01 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://labstand.ru/catalog/02_02_laboratornye_stendy_sistemy_pozharnoy_bezopasnosti

sti/laboratornyy_stend_elektromontazh_i_naladka_sistem_pozharnoy_bezопасnosti_ein_spb_01, свободный (дата обращения: 06.03.2019).

23. Лабораторный стенд «Автоматическая система газового пожаротушения», исполнение настольное ручное, АСП-Г-01-НР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://labstand.ru/catalog/02_02_laboratornye_stendy_sistemy_pozharnoy_bezопасnosti/laboratornyy_stend_avtomaticheskaya_sistema_pozharotusheniya_asp_01_nr_9313, свободный (дата обращения: 07.03.2019).

24. Лабораторный стенд «Автоматическая система газового пожаротушения», исполнение настольное компьютерное, АСП-Г-01-НК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://labstand.ru/catalog/02_02_laboratornye_stendy_sistemy_pozharnoy_bezопасnosti/laboratornyy_stend_avtomaticheskaya_sistema_pozharotusheniya_asp_01_nk_9314, свободный (дата обращения: 07.03.2019).

25. Лабораторный стенд "Системы контроля и обеспечения пожарной безопасности" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://labstand.ru/catalog/02_02_laboratornye_stendy_sistemy_pozharnoy_bezопасnosti/01_02_00_01_laboratornyy_stend_sistemy_kontrolya_i_obespecheniya_pozharnoy_bezопасnosti, свободный (дата обращения: 11.03.2019).

26. Stand-alone wireless fire-alarm and system including the same [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=142&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20140826&CC=KR&NR=20140103225A&KC=A, свободный (дата обращения: 22.02.2019).

27. Stand alone type photoelectric smoke detection fire detection alarm device [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/description?CC=CN&NR=208061384U&KC=U&FT=D&ND=3&date=20181106&DB=&locale=en_EP, свободный (дата обращения: 18.02.2019).

28. Electric fire and combustible gas alarm control ware teaching experiment platform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=43&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20180116&CC=CN&NR=206893184U&KC=U, свободный (дата обращения: 20.02.2019).

29. Additional-expandable fire detector [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20191024&CC=US&NR=2019325724A1&KC=A1, свободный (дата обращения: 19.09.2019).

30. Wireless automatic fire alarm device based on Internet of Things technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=1&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20190611&CC=CN&NR=208969804U&KC=U, свободный (дата обращения: 19.09.2019).

31. Combined fire alarm system using stand-alone fire alarm and visible light camera [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?II=1&ND=3&adjacent=true&locale=ru_RU&FT=D&date=20191125&CC=KR&NR=20190130801A&KC=A, свободный (дата обращения: 13.04.2020).

32. System and method for emergency communication in a TCP/IP based redundant fire panel network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=%2Fnetahtml%2FPTO%2Fsearch-adv.htm&r=361&f=G&l=50&d=PTXT&s1=%22fire+alarm+system%22&p=8&OS=%22fire+alarm+system%22&RS=%22fire+alarm+system%22>, свободный (дата обращения: 14.04.2020).

33. Master slave wireless fire alarm and mass notification system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetahtml%2FPTO%2Fsearch->

adv.htm&r=43&f=G&l=50&d=PTXT&S1=%22fire+alarm+system%22&OS=%22fir
e+alarm+system%22&RS=%22fire+alarm+system%22, свободный (дата
обращения: 14.04.2020).

34. Интерфейс RS-485 для ОПС [Электронный ресурс]. – Режим
доступа: <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=378&uid2=379&uid3=393>,
свободный (дата обращения: 24.04.2020).

35. Организация канала интерфейса RS-485 [Электронный ресурс]. –
Режим доступа: <https://bolid.ru/projects/iso-orion/communication-channels/rs-485/>,
свободный (дата обращения: 24.04.2020).

36. IP-технологии в ОПС и системах оповещения [Электронный
ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.secuteck.ru/articles2/firesec/ip-tehnologii-v-ops-i-sistemah-opovescheniya>, свободный (дата обращения: 29.04.2020).

37. Интерфейс стандарта RS-232 [Электронный ресурс]. – Режим
доступа: <https://elenergi.ru/interfejs-standarta-rs-232.html>, свободный (дата
обращения: 29.04.2020).

38. Система охранно-пожарной сигнализации и пожаротушения
РУБЕЖ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://td.rubezh.ru/products/detail.php?ID=5088>, свободный (дата обращения:
11.05.2020).

39. Системы пожарной сигнализации Esser by Honeywell [Электронный
ресурс]. – Режим доступа:
https://www.tesli.com/upload/iblock/5a1/honeywell_fire_system_p1_119.pdf,
свободный (дата обращения: 12.05.2020).

40. Система пожарной сигнализации SecuruFire. Руководство по
проектированию системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
[http://www.securiton.ru/pdf/proj_example/SF_PlanningGuideline_TD_T811062_en_](http://www.securiton.ru/pdf/proj_example/SF_PlanningGuideline_TD_T811062_en_RU.pdf)
[RU.pdf](http://www.securiton.ru/pdf/proj_example/SF_PlanningGuideline_TD_T811062_en_RU.pdf), свободный (дата обращения: 01.05.2020).

41. Адресно-аналоговые системы пожарной сигнализации ESMI
[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.t->

as.ru/sites/default/files/equipment/esmi/Catalog_FX_NET.pdf, свободный (дата обращения: 27.04.2020).

42. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ «Сигнал-10». Руководство по эксплуатации / АЦДР.425513.010 РЭ. –М.: 2009.– 45 с.

43. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ «Сигнал-20М». Руководство по эксплуатации / АЦДР.425513.017. –М.: 2012.– 45 с.

44. Контроллер программируемый логический «ЭЛСИМА» / АО «ЭлеСи». – М.: Литера, 2017. – 182 с.

45. Модуль УВВ Элсима–D01/ АО «ЭлеСи». – М.: Литера, 2019. – 32 с.

46. Сигнализатор многоканальный адресуемый пожарный Руководство по эксплуатации / АО «ЭлеСи». – М.: 2002. – 65 с.

47. Модуль EF A 1AC/24 DC-1 / АО «ЭлеСи». – М.: Томск. – 80 с.

48. Сигнализатор многоканальный адресуемый пожарный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elesy.ru/products/products/osp/ms-ap-01/ti.aspx>, свободный (дата обращения: 16.06.2019).

49. Модуль порошкового пожаротушения Буран-0.3м1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.aktivsb.ru/prod-25600.html>, свободный (дата обращения: 18.06.2019).

50. Программируемые контроллеры ОВЕН – М.: Москва, 2010. – 197 с.

51. IPAC-8000 Series User Manual / ICP DAS Co. – М.: Ltd, 2014. – 142 с.

52. Контроллер программируемый логический SMH2G(i) / ООО «Сегнетикс». – М.: Санкт-Петербург, 2015. – 80 с.

53. Программируемый логический контроллер NScon-CE / НИЛ АП. – М.: 2017. – 43 с.

54. СП 5.13130.2009 СВОД ПРАВИЛ. Системы противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования / ФГУ ВНИИПО МЧС России. – М.: 2009. – 159 с.

55. Среда программирования CODESYS V3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owen.ua/ru/programmnoe-obespechenie/sreda-programmirovaniya-codesys-v3/dokumentacija>, свободный (дата обращения: 18.05.2020).
56. Европейский стандарт EN 54-13. Системы пожарной сигнализации. Часть 13: Требования к системам. – М.: 1996. – 28 с.
57. Международный кодекс по системам пожарной безопасности (Кодекс по системам пожарной безопасности) (с изменениями на 1 января 2016 года) / Резолюция MSC.98(73) ИМО. – М.: 2016. – 85 с.
58. Подробное описание протокола ModBus TCP с примерами команд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/modbus-tcp/>, свободный (дата обращения: 12.03.2020).
59. ModBus messaging on TCP/IP implementation guide v1.0b [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.modbus.org/docs/Modbus_Messaging_Implementation_Guide_V1_0b.pdf, свободный (дата обращения: 14.03.2020).
60. Охранная сигнализация Болид – технические характеристики и сферы использования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://azbsec.ru/articles/okhrannaya-signalizaciya/okhrannaya-signalizaciya-bolid.html>, свободный (дата обращения: 24.04.2020).
61. Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «Сигнал-10». Руководство пользователя / BOLID. – 102 с.
62. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ ППКОП 0104065-4-1 «С2000-4». Руководство по эксплуатации / АЦДР.425513.008 РЭ. – М.: 2009. – 74 с.
63. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ «Сигнал-20М». Руководство по эксплуатации / АЦДР.425513.017. – М.: 2012. – 45 с.
64. БЛОК ИНДИКАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ «Поток-БКИ» (вер. 1.00) / АЦДР.425642.034 ЭТ. – М.: 2013. – 8 с.

65. ШКАФ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ «ШПС» (вер. 1.00) / АЦДР.426469.001 ЭТ. – М.: 2012. – 16 с.
66. АСТРА У система беспроводной охранной сигнализации. ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ БЫСТРОГО ЗАПУСКА / ЗАО «Научно-Технический Центр «ТЕКО». – М.: 2013. – 44 с.
67. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННЫЙ ПОЖАРНЫЙ АСТРА-713. Руководство по эксплуатации / ЗАО «Научно-Технический Центр «ТЕКО». – 52 с.
68. Система охранно-пожарной сигнализации и пожаротушения РУБЕЖ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://td.rubezh.ru/products/detail.php?ID=5088>, свободный (дата обращения: 27.04.2020).
69. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ И УПРАВЛЕНИЯ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ КАРАТ. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ/ САПО.425513.056РЭ. – 68 с.
70. Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «СпектронПК». Руководство по эксплуатации/ СПЕК.425513.114 РЭ. – М.: 2016. – 24 с.
71. FPA-1200-C Пожарная панель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://files.layta.ru/upload/files_upload/Bosch/fpa-1200-c_pasport.pdf, свободный (дата обращения: 29.04.2020).
72. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ. ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ «СФ-8500». – 16 с.
73. Комплект устройств для автоматического управления пожарными и технологическими системами «Спрут-2» / ПЛАЗМА-Т. – М.: Москва, 2013. – 36 с.
74. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ ПШКОП «СИГНАЛ 2/4-СИ». РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ/ СПЕЦИНФОРМАТИКА-СИ. – М.: Москва, 2017. – 12 с.

75. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ АДРЕСНЫЙ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЙ «РАКИТА». РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ/ СПЕЦИНФОРМАТИКА-СИ. – М.: Москва, 2017. – 24 с.

76. «Посейдон-Н-АМ» модуль адресуемый. Руководство по эксплуатации/ СТАЛТ. – М.: Санкт-Петербург, 2008. – 23 с.

77. «БУНС-Н6» блок управления насосной станцией. Руководство по эксплуатации/ СТАЛТ. – М.: Санкт-Петербург, 2009. – 153 с.

78. РИФ-ОП4 ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ. Руководство по эксплуатации/ АЛЬТОНИКА. – 36 с.

79. Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный ППКОП 0104065-20-1 «Сигнал-20» серия 04. Руководство по эксплуатации/ Радий. – 48 с.

80. БИС-01 Блок индикации состояний. Руководство по эксплуатации/ САКИ.425548.001РЭ. – М.: 2010– 9 с.

81. СКУП-01 Сетевой контроллер управления пожаротушением. Руководство по эксплуатации. Паспорт / САКИ.425533.109РЭ. – М.: 2013– 20 с.

82. СКШС-01 Сетевой контроллер шлейфов сигнализации. Руководство по эксплуатации / САКИ.425641.104РЭ. – М.: 2009– 39 с.

83. УСТРОЙСТВО СИГНАЛЬНО-ПУСКОВОЕ ОХРАННО-ПОЖАРНОЕ УСПОП 010412131249-8-1 «РОСА2SL». Техническое описание, инструкция по эксплуатации и паспорт / ПЛ36.00.00.000 ТО – М.: 2008– 30 с.

84. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ И УПРАВЛЕНИЯ АДРЕСНЫЙ ППКОПиУ 01059-56-1 «ДОЗОР-1А». РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ / НИТА.437241.006РЭ. – М.: 2013. – 141 с.

85. КОНТРОЛЛЕР СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ОТ СРЕДСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ «ФОРВАРД32». Руководство по эксплуатации / ШКСМ.425511.002 РЭ. – 49 с.

86. M-NET.2 – РЕАЛИЗАЦИЯ ETHERNET-КАНАЛА В ПОЖАРНЫХ СИСТЕМАХ «TIRAS» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://tiras.ua/ru/novini/m-net2-realizatsiya-ethernet-kanala-v-pozharnykh-sistemakh-tiras>, свободный (дата обращения: 29.04.2020).

87. БУ-32И Блок управления. Руководство по эксплуатации / ЗАО «Аргус-Спектр». – М.: Санкт-Петербург, 2011. – 18 с.

88. Устройство оконечное объектное «Тандем IP-И». Руководство по эксплуатации / ЗАО «Аргус-Спектр». – М.: Санкт-Петербург, 2014. – 68 с.

89. ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЙ ППКОП «ИВС-20». Руководство по эксплуатации / ШМ2.407.001 РЭ. – 41 с.

90. NITTAN SPERA NETWORK FIRE ALARM. DETECTION SYSTEM SPECIFICATION. – М.: 2018. – 25 с.

91. Process Safety Solutions. Protecting People, the Environment, and Critical Control Assets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/proces-br003_-en-p.pdf, свободный (дата обращения: 20.03.2020).

92. AutoSafe Interactive Fire Detection System / Autronica Fire And Security AS. – М.: 2014. – 98 с.

93. FAAST Fire Alarm Aspiration Sensing Technology® Networking / System Sensor. – М.: 2012. – 40 с.

94. ПРИБОРЫ ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЕ ОХРАННО-ПОЖАРНЫЕ ГРАНИТ-3,-5,-8,-12, ГРАНИТ-3А,-5А,-8А,-12А, ГРАНИТ-3,-5,-8,-12 с IP-регистраторами событий. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ / САПО.425513.076РЭ. – 40 с.

95. Системы пожарной сигнализации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tesli.com/upload/iblock/5a1/honeywell_fire_system_p1_119.pdf, свободный (дата обращения: 02.05.2020).

96. Система охранно-пожарной сигнализации СОС-95 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mnppsatur.ru/?sys_id=6&topic_id=3, свободный (дата обращения: 02.05.2020).

97. NOTI-FIRE-NET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.securityandfire.honeywell.com/notifier/en->

us/browseallcategories/network-and-integration/network-systems/noti-fire-net, свободный (дата обращения: 03.05.2020).

98. FIRE DETECTION AND ALARM SYSTEM. ENGINEERING SPECIFICATION / SECTION 13850 (28 31 00). – М.: 2010. – 12 с.

99. NOTI-FIRE-NET Release 5.0 / NOTIFIER by Honeywell. – 4 с.

100. NFN Web Server / NOTIFIER by Honeywell. – 2 с.

101. FieldServer Fire Alarm Panel Gateway [Электронный ресурс]. –

Режим

доступа:

<https://www.protoconvert.com/GatewayBridge/FieldServer/Solutions/FireAlarmPanelGateway.aspx>, свободный (дата обращения: 05.05.2020).

102. Authority Having Jurisdiction (AHJ) RESOURCE GUIDE / AES CORPORATION. – 12 с.

103. Instrument Engineers' Handbook – Volume 3: Process Software and Digital Networks, Third Edition / Bela G. Liptak. – М.: ISA–The instrumentation, Systems, and Automation Society, 2002. – 1139 с.

104. РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ АДРЕСНО-АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ / ВСЕМИРНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. – М.: Москва, 2012. – 71 с.

105. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ. ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ «СФ-8500» / Систем Сенсор Фаир Детекторс (System Sensor). – 16 с.

106. Охранно-пожарная панель «Контакт-GSM-5», «Контакт-GSM-5-2». Паспорт/ ritm. – 2 с.

Приложение А (обязательное) Диплом I-й степени



Приложение Б (обязательное) Диплом II-й степени



Приложение В (обязательное) Диплом участника



Приложение Г (обязательное) Статистический анализ современных интерфейсов и протоколов

Таблица 5 – Данные о современных интерфейсах и протоколах

| Тип интерфейса | Протокол | Компании |
|----------------|--|---|
| RS-485 | Орион (передача данных из RS-485 в Ethernet и обратно – использование преобразователя интерфейса), иногда радиоканал с ретрансляторами | НВП «БОЛИД» (прибор сигнал-20, сигнал-10, С300, С2000-4) [60-65], компания «ТЕКО» (система «АСТРА») [66, 67], компания «RUBEZH» (система ОПС «РУБЕЖ») [68], компания Schneider Electric (сетевая система пожарной сигнализации FX NET), компания «Сибирский Арсенал» (ППК «КАРАТ») [69], компания «Спектрон» (устройство «СпектронПК») [70], компания «Bosch» (контроллер BOSCH API- AMC2-16ION) [71], компания «Сфера Безопасности» (устройство СФ-8500) [72], компания «Плазма-Т» (прибор Плазма-Т Спрут-2 ПАС) [73], компания «Спецавтоматика-СИ» (устройства «СИГНАЛ 2/4-СИ», «РАКИТА») [74, 75], компания «СТАЛТ» (устройства БУНС-Н6, ПОСЕЙДОН-Н-АМ(В)) [76, 77], компания «Альтоника» (ППК РИФ-ОП4») [78], компания «Интеграл+» (прибор БПО-4), компания «Радий» (устройство «Сигнал-20») [79], компания «Сигма-ИС» (устройства СИГМА-ИС БИС-01, СКУП-01, СКШС-01) [80-82], компания «СТД» (системы «РОСА») [83], компания «Эридан» (устройства |
| | UDP | |
| | System Sensor 200+ | |
| | ModBus RTU | |
| | спецпротокол обмена «СИРЕНЬ-СИ» | |
| | Атлас-3, Атлас-6, Фобос-ТР, Voice, CSD, GPRS, SIA-IP | |
| | «СТРУНА» | |
| | «ДОЗОР» | |
| | Apollo | |
| | «МАГИСТРАЛЬ» | |

Продолжение таблицы 5

| | | |
|----------|--|---|
| | | «ДОЗОР-1А», НИТА ПКП-1М-2) [84], компания «Forteza» (система «ФОРВАРД32») [85] |
| Ethernet | Орион (передача данных из RS-485 в Ethernet и обратно – использование преобразователя интерфейса), иногда радиоканал с ретрансляторами TCP/IP TIPIConfig ESPA VDR UDP | ООО «Тирас» (пожарные системы TIRAS +устройство расширения «M.NET.2» (по RS-485)) [86], компания Honeywell Security Group, компания «АРГУС-СПЕКТР» (ИСБ «Стрелец-Интеграл», устройство оконченное объективное «Тандем IP-И») [87, 88], ООО «Securiton RUS» (оборудование SecuriFire 3000), НВП «БОЛИД» (приборы Сигнал-10, Сигнал-20), МНПП САТУРН (система СОС-95), австрийская компания Shrack Seconet AG (пожарная сигнализация nteral IP), ООО «ХОМБИ», компания «Сибирский Арсенал» (ППК серий «Гранит»), компания «Bosch» (устройство FPA-1200-C), компания «Сфера Безопасности» (устройство СФ-8500), компания «ИВС-Сигналспецавтоматика» (ППКОП «ИВС-20») [89], компания «НИТТАН» (пожарная сигнализация «SPERA») [90], компания «RockWell Automation» (системы «AADvance» и «Integrated Control and Safety System») [91], компания «Fire and Security AS» (система «AutroSafe Interactive Fire Detection System») [92], компания «System Sensor» (система «FAAST Fire Alarm Aspiration Sensing Technology») [93] |

Продолжение таблицы 5

| | | |
|---|---|--|
| 1-Wire (топология общей шины) | RS-R | ООО «КБ пожарной автоматики» (ППК «РУБЕЖ-2А», «РУБЕЖ-2АМ», «БУНС-01»), НВП «БОЛИД» (устройство «Сигнал-10») |
| S2 | «СТРЕЛЕЦ-МАСТЕР» | Компания «Аргус-Спектр» (устройство оконечное объективное «Тандем IP-И»), компания «Сфера Безопасности» (устройство СФ-8500), |
| ММИ (человеко-машинный интерфейс для подключения не более 15 других устройств), EPI, ВХ-AIM, В3-IM8, В6-ЕЮ, В3-LEE23/24 | | ООО «Securiton Rus» (система пожарной сигнализации SecuriFire) |
| WEB-интерфейс | SSL/TLS (криптографический протокол) | компания Honeywell Security Group, компания «АРГУС-СПЕКТР» (ИСБ «Стрелец-Интеграл»), компания «Сибирский Арсенал» (ППК серий «Гранит») [94] |
| USB | | компания Honeywell Security Group (аналогово-адресные КП серии System 8000 и IQ8Control C системы пожарной сигнализации Esser) [95], компания «Эридан» (устройство «ДОЗОР-1А»), компания «Bosch» (устройство FPA-1200-C) |
| TTY | EDP (Протокол данных esser) | компания Honeywell Security Group (аналогово-адресные КП серии System 8008, IQ8Control C, IQ8Control M системы пожарной сигнализации Esser) |
| RS-232 | BSI 7522 BSI 7500 TIPIConfig | компания Honeywell Security Group (аналогово-адресные КП серии System 8008, IQ8Control C, IQ8Control M системы пожарной сигнализации Esser), |

Продолжение таблицы 5

| | | |
|---|---------|---|
| | ЕТХ/АСК | МНПП САТУРН (система СОС-95) [96], компания Schneider Electric (сетевая система пожарной сигнализации FX NET), компания «Аргус-Спектр» (устройство оконечное объектное «Тандем IP-И»), компания «Bosch» (устройство FPA-1200-C), компания «СТАЛТ» (устройство БУНС-Н6), компания «СТД» (системы «РОСА») |
| SEI (Последовательный интерфейс essernet) | | компания Honeywell Security Group (аналогово-адресные КП серии System 8008, IQ8Control C, IQ8Control M системы пожарной сигнализации Esser) |
| 784842 (Последовательный интерфейс – заказывается отдельно) | | компания Honeywell Security Group (аналогово-адресные КП серии System 3007, 3008_системы пожарной сигнализации Esser) |
| 789862 и 769828 | | компания Honeywell Security Group (для ПО системы пожарной сигнализации Esser) |
| Радиоинтерфейс 062125 | | компания Honeywell Security Group (беспроводной извещатель S-1000 F, подключенный к пожарной КП серии 8000/IQ8 Control с использованием стандартного шлейфа системы пожарной сигнализации Esser) |
| СОС-95 (Межблочный информационный интерфейс для низкоскоростной цифровой передачи данных по двухпроводной информационно- | | МНПП САТУРН (система СОС-95), |

Продолжение таблицы 5

| | | |
|---|---|--|
| питающей линии на расстояние 2000м без ретранслятора | | |
| NOTI-FIRE-NET | | компания «Notifier» (система «ONYXWorks») [97-100] |
| ARCnet | <p>BACnet</p> <p>ModBus</p> <p>LonWorks</p> <p>Metasys N2</p> <p>SNMP</p> | <p>компания «Notifier» (система «ONYXWorks»),</p> <p>компания «FieldServer Technologies» (пожарная панель «FieldServer Fire Alarm Panel Gateway») [101],</p> <p>компания «Fike Corporation» (пожарная панель «Fike Cheetah Panel»),</p> <p>компания «Hochiki America» (пожарные панели «FireNet Panel», «FireNet Plus Panel»),</p> <p>компания «Gamewell-FCI by Honeywell» (пожарные панели «FCI Model 7100 Panel», «FCI Model 7200 Panel» и «Gamewell Panel»),</p> <p>компания «Notifier by Honeywell» (пожарные панели «Notifier 1010/1020 Panel», «AFP 200/300/400/500 Panel», «CEI-ABI Panel», «INA Panel », «Italia AM6000 Panel», «NCA2 and NFS2 3030 Panel», «NCA Panel», «NFS Onyx 640 Panel» и «NFS 3030 Panel»),</p> <p>компания «Silent Knight by Honeywell» (пожарная панель «IntelliKnight Panel»),</p> <p>компания «Mircom» (пожарная панель «FX2000 Fire Alarm Panel Panel»),</p> <p>компания «Simplex Grinnell» (пожарные панели «Simplex 4100 Panel» и «Grinnell TFX Minerva Panel»),</p> <p>компания «Siemens Building Technologies» (пожарные панели «Siemens FireSafety MXL Panel» и</p> |

Продолжение таблицы 5

| | | |
|---------------|---|---|
| | | «Siemens FireFinder XLS Panel»), компания «Firecom» (пожарная панель «LSN 2000 Panel»), компания «Vesda» (пожарная панель «LaserPlus Panel») |
| AESIntelliNet | IP | компания «AES Corporation» [102] |
| ControlNet | DeviceNet ControlNet Ethernet/IP | Для американских автоматизированных противопожарных систем [103] |
| | коммуникационный протокол System Sensor (до 318 устройств на 1 шлейфе) протокол обмена данными 200AP (до 159 адресно- аналоговых извещателей и адресных устройств на одном кольцевом шлейфе) протокол обмена данными 200+ Advanced Protocol Info-протокол Ademco ContactID UPnP Token Ring Token Bus | компания «ТЕКО» (система «АСТРА»), компания Schneider Electric (система пожарной сигнализации FX NET), Коммерческая организация System Sensor [104, 105], компания «Ritm» (охранно- пожарная панель «Контакт GSM-5») [106] |

Приложение Д (обязательное) Раздел описания переменных,
задействованных в среде CodeSys V3.5

```
PLC_PRG x
1  PROGRAM PLC_PRG
2  VAR
3      Dd1: BOOL;    (*Датчик дыма 1*)
4      Dd2: BOOL;    (*Датчик дыма 2*)
5      Lamp1: BOOL;  (*Лампа предупреждения пожара*)
6      FIRE: BOOL;   (*Кнопка ПОЖАР (ИПР)*)
7      Zadv: BOOL;   (*Задвижка замка двери*)
8      Lamp2: BOOL;  (*Лампа сигнальная*)
9      Siren: BOOL;  (*Сирена сигнальная*)
10     Door: BOOL;   (*Табличка ВЫХОД*)
11     Timer1: TON;  (*Таймер 1*)
12     Out1: TIME;
13     Vent: BOOL;   (*Вентилятор*)
14     Module1: BOOL; (*Модуль пожаротушения 1*)
15     Timer2: TON;  (*Таймер на второй цикл тушения*)
16     Out2: TIME;
17     Timer3: TON;  (*Таймер на ответ оператора 1*)
18     Out3: TIME;
19     Cont1: BOOL;  (*Кнопка Продолжить Тушение 1*)
20     Message: BOOL; (*Окно сообщений*)
21     Module2: BOOL; (*Модуль пожаротушения 2*)
22     Timer4: TON;  (*Таймер на третий цикл тушения*)
23     Out4: TIME;
24     Timer5: TON;  (*Таймер на ответ оператора 2*)
25     Out5: TIME;
26     Cont2: BOOL;  (*Кнопка Продолжить Тушение 2*)
27     Module3: BOOL; (*Модуль пожаротушения 3*)
28     STOP: BOOL;  (*Кнопка СТОП*)
29     Timer6: TON;  (*Таймер с задержкой отключения вентилятора*)
30     Out6: TIME;
31 END_VAR
```

Приложение Е (обязательное) Скриншот работы алгоритма в режиме эмуляции CodeSys V3.5

The screenshot displays the CodeSys V3.5 environment. The main window shows a ladder logic diagram with various logic gates (AND, OR, XOR, TON) and timers. The status bar at the bottom indicates the system is in 'ЗАПУСК' (Run) mode.

Variable Declaration Table:

| Выражение | Тип | Значение | Подготовленное ... | Адрес | Комментарий |
|-----------|------|----------|--------------------|-------|-----------------------------|
| Dd1 | BOOL | FALSE | | | Датчик дыма 1 |
| Dd2 | BOOL | FALSE | | | Датчик дыма 2 |
| Lamp1 | BOOL | FALSE | | | Лампа предупреждения пожара |
| FIRE | BOOL | TRUE | | | Кнопка пожарной кнопки |

Watch Table:

| Выражение | Приложение | Тип | Значение | Подготовлен... | Точка трассировки |
|-----------|------------|-----|----------|----------------|-------------------|
| Watch 1 | | | | | |

Status Bar:

- Последняя компиляция: 0 0 0
- Предкомпили.: ✓
- ЗАПУСК (Run Mode)
- Программа загружена
- Программа не изменилась
- Текущий пользователь: (никто)