



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

**KONVEIERI TULETÕRJESIGNALISATSIOONISÜSTEEMI
MODERNISEERIMISE PROJEKT ESTONIA
KAEVANDUSES**

**The project of modernization of the fire alarm system of the
conveyor at the mine "Estonia"**

Tootmise automatiseerimine õppekava lõputöö

Üliõpilane: Sergey Chumakov

Üliõpilaskood: 178717

Juhendaja: Sergei Pavlov

Automaatika lektor



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa Kõlledž

Сергей Чумаков

**Проект модернизации пожарной
сигнализации конвейера на шахте
«Эстония»**

Заключительная работа курса автоматизации производства

Руководитель: Сергей Павлов

AUTORIDEKLARATSIOON

Kinnitan, et olen koostanud antud rakenduskõrghariduse lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole keegi teine varem kaitsmisele esitanud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

(kuupäev)

(allkiri)

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina Sergey Chumakov (sünnikuupäev:01.04.1977)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Tuletõrjesignalisatsiooni ala moderniseerimine maa-aluse kaevandis Estonia kaevandusel mille juhendaja on Sergei Pavlov.

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Sergey Chumakov, 178717

Õppekava, peeriala: RDDR08/17, Tootmise automatiseerimine

Juhendaja(d): Lektor, Sergey Pavlov, sergei.pavlov@taltech.ee

Konsultant: Daniel Jerjomin, Allmaajaoskonna mehaanik

Estonia kaevandus, +372 53021205, Daniel.Jerjomin@energia.ee

Lõputöö teema:

(eesti keeles Konveieri tuletõrjesignalisatsioonisüsteemi moderniseerimine Estonia kaevanduses

(inglise keeles) Modernization of the fire alarm system zone in underground working on Estonia mine.

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Lõputöö eesmärgil on tuletõrjesignalisatsiooni moderniseerimine maa-aluse kaevandis tehnilise ülesanne põhjal
2. Tehnoloogilise dokumentatsiooni koostamine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Tuleohutuse süsteemi ja signalisatsiooni ülevaade Estonia kaevandusel.	22.02.2021
2.	Tuleohutussüsteemi konfiguratsioonid.	10.03.2021
3.	Tehniliste näitajate definitsioon.	30.03.2021
4	Moderniseerimise ja täiustamise süsteemi pakkumiste läbitöötatus maa-aluse kaevandis Estonia kaevandusel.	02.04.2021
5	Tehniline dokumentatsioon.	23.04.2021
6	Töö vormistamine.	15.05.2021

Töö keel: vene keel.....
tähtaeg: "....."..... 20.....a

Lõputöö esitamise

Üliõpilane: S.Chumakov.....
/allkiri/

"24"05 2021a

Juhendaja: S.Pavlov.....
/allkiri/

"24"05 2021a

Konsultant: D.Jerjomin.....
/allkiri/

"24"05 2021a

Programmijuht:
/allkiri

"24"05 2021a

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ	10
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. Этапы проектирования	13
1.1 Постановка задачи	13
1.2 Техническое задание.....	13
1.2.1 Требования к системе.....	13
1.2.2 Электроснабжение системы	14
1.2.3 Требования к программному обеспечению и системе визуализации	14
2. Обзор системы пожарной сигнализации на шахте Эстония	15
2.1 Описание существующей системы	15
2.2 Управление системой пожарной сигнализации	17
2.2.1 Сигналы аварии и предупреждения.....	19
2.2.2 Использование визуализации	20
2.3 Недостатки имеющейся системы.....	24
2.4 Методы измерения	25
2.4.1 Метод измерения температуры датчиком Pt100	25
2.4.2 Методы измерения давления.....	25
2.4.3 Методы измерения СО	26
2.4.4 Методы измерения направления ветра ультразвуковым анемометром..	26
3. Предлагаемая модернизация.....	27
3.1 Общее описание проекта	27
3.2 Конфигурация и план модернизации	27
3.3 Анализ и описание имеющегося оборудования	27
3.3.1 Датчик Evikon E2606-CO	27
3.3.2 Температурный датчик рт100.....	28
3.3.3 Анемометр Vaisala WMT-52	29
3.3.4 Преобразователь Nokeval модель 7470	31
3.3.5 Датчик давления воды Comeco PSP	32
3.3.6 Реле давления Moeller MCS-11	33
3.3.7 Клапан системы пожаротушения	35
3.3.8 Линия управления ленточного конвейера.	35
3.3.9 Контроллер Siemens S7-1200.....	36
3.3.10 Центры пожарной сигнализации	37
3.3.11 Передача данных	38
4. Проектирование аСУ. ТП.....	39
4.1 Нижний уровень. Уровень оборудования.	39

4.1.1	Описание датчиков функциональной схемы пожарной сигнализации...	39
4.2	Средний уровень АСУ ТП. Уровень управления оборудованием	40
4.2.1	Модули расширения контроллера Siemens S7-1200	41
4.2.2	Программируемый преобразователь PR 6331 A.....	43
4.3	Верхний уровень.....	44
4.3.1	Панель управления Siemens KTP400, 6AV6 647-0AK11-3AX0	44
4.4	Исполнительный клапан СЕНС–ПР DN100 PN25–200С	46
4.5	Соединения и кабельные линии	47
4.6	Конфигурация и настройки системы	47
4.6.1	Общий вид системы.....	47
4.6.2	Программирование PR 6331A	47
4.6.3	Программирование контроллера	50
4.6.4	Программирование панели управления	65
	Заключение	69
	Kokkuvõtte	72
	Summary	73
	Приложения.....	74

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данная тема модернизация пожарной сигнализации на конвейере камерного блока, была взята автором для заключительной работы так как сфера пожарной сигнализации является востребованной во всем мире и речь идет о безопасности и жизни людей и является одним из направлений данной профессии. В ходе участия в модернизации пожарной сигнализации были применены полученные в ходе обучения как практические навыки, так и теоретические. В ходе прохождения практики на предприятии Enefit Solutions AS и написания этой заключительной работы были получены новые знания и новый опыт необходимый для специалиста в данной сфере.

Хочу поблагодарить руководство предприятия Enefit Solutions AS за предоставленную возможность применить свои знания практике, а также за полученную информацию с предприятия.

ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ

SCADA – пакет программный предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления

АСУ ТП – Автоматизированная Система Управления Технологического Процесса

ПК – Персональный компьютер

PLC – Программируемый Логический Контроллер

UPS - непрерывное устройство электропитания

КЛЗ - конвейер ленточный

LAD – язык релейной логики

IT - ИТ-обслуживание

ВВЕДЕНИЕ

Eesti Energia — международная энергетическая компания, принадлежащей эстонскому государству, работает на рынках электроэнергии и газа стран Балтии, Финляндии и Польши, а также на международном рынке жидкого топлива. На внешнем и внутреннем рынке организация действует под брендом «Enefit». Производство ведется в разных направлениях — добыча и транспортировка сырья и производство, транспортировка и продажа электрической и тепловой энергии, а также производство сланцевого масла. Запаса активных месторождений сланца для добычи в Эстонии рассчитано на 50 лет.

Эстония является крупным производителем на международном рынке жидкого топлива. Планирует расширять сеть заводов по производству сланцевого масла применяя эффективные и современные технологии для переработки сланца и инновационные решения по уменьшению загрязнения окружающей среды.

Шахта «Эстония» принадлежит фирме Enefit Power которая входит в концерн Eesti Energia и ведет добычу горючего сланца в центральной части Ида-Вирумаа, поселке Вайке-Пунгерья. Сланец, добываемый на шахте, является ценным источником энергии и сырьем химической промышленности региона.

Для обеспечения стабильности поставок сланца, повышения безопасности производства и минимизации издержек на шахте был проведен анализ рисков. В ходе проведения анализа выяснилось, что пожар является одним из самых больших рисков для предприятия. Шахта Эстония является предприятием с повышенной пожарной и взрывоопасной рабочей средой. Поэтому системы пожарной безопасности жизненно необходимы предприятию для обеспечения безопасной работы. Пожар является угрозой для жизни и здоровья людей, угрозой для промышленного оборудования и может поставить под угрозу саму возможность извлечения сланца как полезного ископаемого.

С целью минимизации риска от пожара шахта «Эстония» в 2010 году инвестировала средства в разработку и строительство системы пожарной сигнализации. Данная пожарная сигнализация на момент создания не имела аналогов в Эстонии и у предприятия отсутствовал опыт использования и обслуживания подобных систем. С тех пор прошло 10 лет. За это время с одной стороны вскрылись недостатки существующей системы пожарной сигнализации, накопился опыт по её обслуживанию и статистика по надежности и наработке на отказ отдельных компонентов системы, а с другой появились новые технические решения в сфере автоматизации и сигнализации, что открывает возможности к модернизации системы на новой элементной базе, с целью повышения её эффективности и ликвидации выявленных недостатков.

Целью данной работы является устранение недостатков типового проекта пожарной сигнализации на конвейере камерного блока и оптимизация системы пожаротушения и сигнализации для безопасной работы конвейера.

Данный проект позволяет внедрить его с минимальными расходами и повысить пожарную безопасность.

Реализация проекта позволит расширить область мониторинга автоматической системы пожаротушения и сигнализации, а также повысить надежность оборудования, информативность и функциональность. Конечной целью является интеграция имеющейся локальной системы пожаротушения в обще-шахтную систему пожарной сигнализации и расширение способов управления ею.

Задачей так же является расширение системы автоматической противопожарной сигнализации на расположенную в хвосте конвейера дробилку питатель, модернизация исполнительного механизма узла орошения на приводе конвейера, максимально и эффективно использовать уже имеющееся оборудование и программное обеспечение.

ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Постановка задачи

Заключительная работа сделана на основании технического задания заказчика - шахты «Эстония». Работа включает в себя разработку проекта по модернизации шахтной системы пожарной сигнализации с целью:

- Повысить надежность системы
- Расширить зону действия системы
- Сделать систему визуализации более информативной и понятной для оператора.

Исходя из опыта эксплуатации системы пожарной сигнализации заказчик поставил следующие задачи:

1. Подобрать новый исполнительный механизм для узла орошения на приводе конвейера с возможностью автоматического возврата в рабочее положение и функцией ручного открытия и закрытия при отсутствии питания.
2. Расширить систему сигнализации на расположенную в хвосте конвейера дробилку питатель.
3. Максимально использовать уже имеющееся оборудование и программное обеспечение.
4. Создать возможность для удаленного считывания информации со всех датчиков.

Некоторые данные, схемы и документация, использованные в данной работе, являются собственной разработкой предприятия Enefit Power, и информация считается конфиденциальной, и не подлежит разглашению и распространению.

1.2 Техническое задание

1.2.1 Требования к системе

Система должна обеспечивать:

- 1) Измерение температуры между ведущими барабанами и над приводом конвейера камерного блока. Точность измерения в системе визуализации 1°C.
- 2) Измерение температуры над двигателями дробилки питателя. Точность измерения в системе визуализации 1°C.
- 3) Измерение концентрации окиси углерода при добыче полезных ископаемых. Диапазон измерения 0...1000 ppm CO. Выбор места измерения должен основываться на следующих требованиях:
 - а) За приводом конвейера на максимальном расстоянии 30 м в направлении движения вентиляционного воздуха.
 - б) На входе вентиляционного воздуха в рабочий камерный блок (сборный штрек)

- с) На выходе вентиляционного воздуха из камерного блока (бортовые штреки).
- 4) Измерение скорости и направления шахтного вентиляционного воздуха на рабочих камерных блоках. Датчики установить в точках входа и выхода вентиляционного воздуха на сборном и бортовых штреках.
- 5) Измерение давления воды в шахтном пожарном трубопроводе. Диапазон измерения 0...25 бар.
- 6) Автоматическая активация системы пожаротушения (спринклерная система). Удаленный контроль за активацией спринклерной системы.
- 7) Использование существующей сети передачи данных ETHERNET.
- 8) Визуализация должна быть выполнена на основе существующей схемы.
- 9) При выборе типа датчиков, необходимых для измерения физических величин, предпочтение отдаётся типам, уже используемым в существующей системе.

1.2.2 Электроснабжение системы

Заказчик гарантирует наличие необходимого напряжения питания 3x690VAC (IT-система). (Максимальное расстояние точки подключения от привода конвейера камерного блока 50м, от бортового штрека 250м).

1.2.3 Требования к программному обеспечению и системе визуализации

- a. Все контролируемые характеристики системы противопожарной защиты должны отображаться на панели управления начальника смены шахты и на панели управления вахтенного горноспасателя. Если указанные параметры превышаются, должна быть активирована звуковая и визуальная система аварийной сигнализации, а показания контролируемых параметров, аварийные сигналы, данные о времени и местоположении и т. д. Должны храниться на сервере Wonderware Historian.
- b. Визуализация должна выполняться как расширение существующей системы с сохранением принципов и топологии функциональности системы и архитектурной структуры. Все изображения визуализации системы должны иметь такой же внешний вид и функциональность, что и существующая система.
- c. Все работы, связанные с визуализацией системы, передачей управляющих сигналов, сбором и обработкой данных, должны быть согласованы с Заказчиком и отделом IT (ИТ-обслуживание) Eesti Energia.

2. ОБЗОР СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ НА ШАХТЕ ЭСТОНИЯ

2.1 Описание существующей системы

Система пожарной сигнализации предназначена для обнаружения опасности или пожара. Система охватывает все подземные выработки шахты, где работает стационарное оборудование за исключением проходческих забоев. Система состоит из контроллеров Siemens Simatic S7-1200, центрального процессора Sensa LTS 240, чувствительного к температуре оптоволоконного датчик-кабеля, СО датчиков, датчиков скорости ветра, датчиков давления воды и потока.

Для обнаружения пожара показания используемых датчиков можно увидеть на мнемосхеме в программе визуализации системы пожарной сигнализации шахты «Эстония» (Рисунок 1).

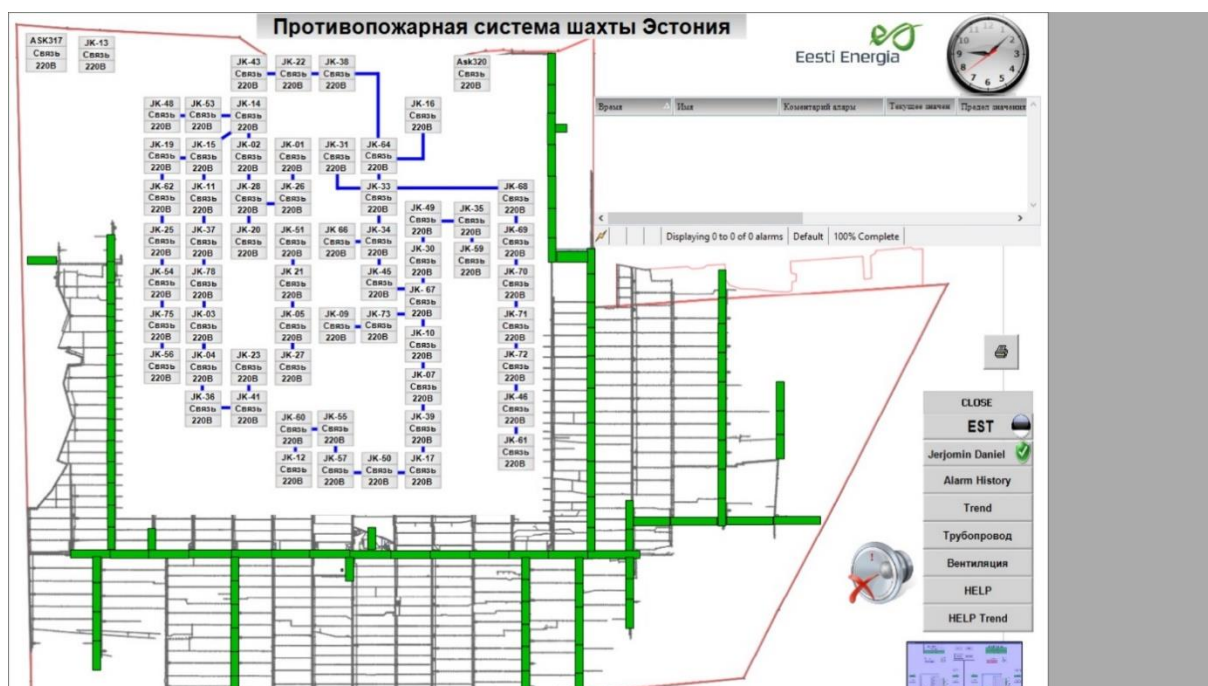


Рисунок 1. Мнемосхема системы пожарной сигнализации шахты «Эстония» (фото автора)

На схемах обозначены положения датчиков в штреках. Программа визуализации доступна главному в смене, а также горной службе спасения. Для обнаружения пожара измеряется температура в подземных горных выработках, содержание угарного газа в воздухе, давление воды в пожарном трубопроводе, а также скорость и направление потока воздуха вентиляции, можно увидеть на Рисунке 2.

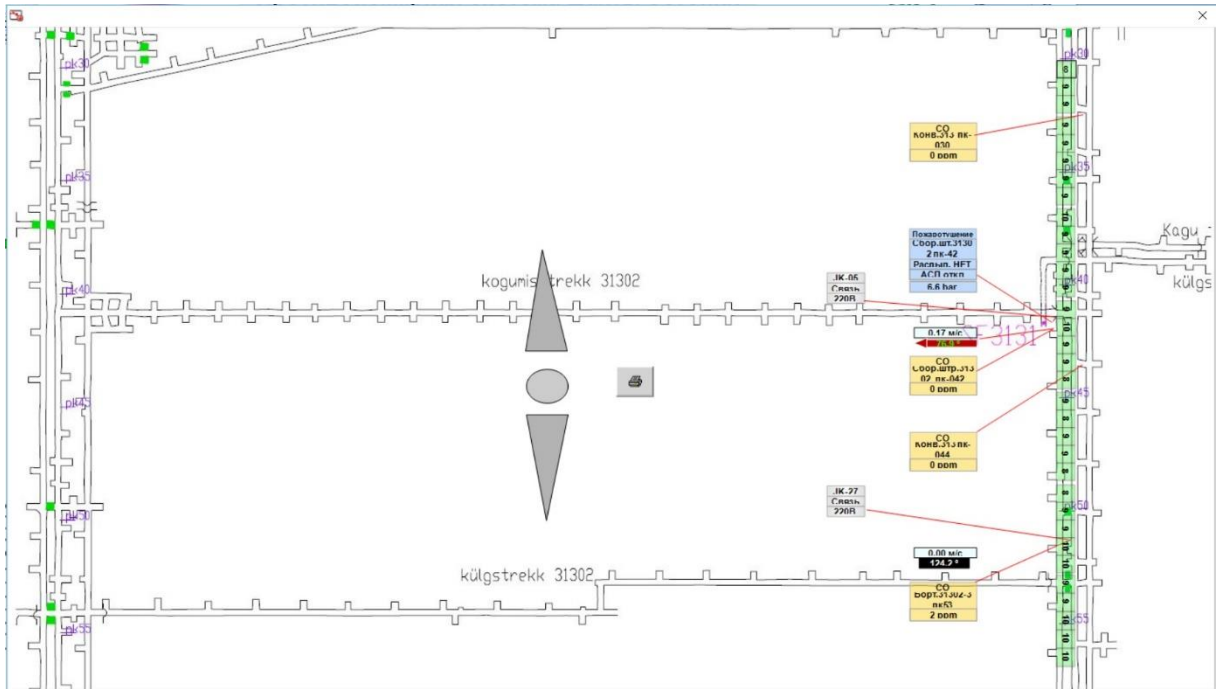


Рисунок 2. Отображение информации с датчиков на системе визуализации (фото автора)

В программе контролируется запуск автоматической системы пожаротушения и подачу воды на спринклерную систему пожаротушения на приводе конвейера камерного блока это показано на Рисунке 3.

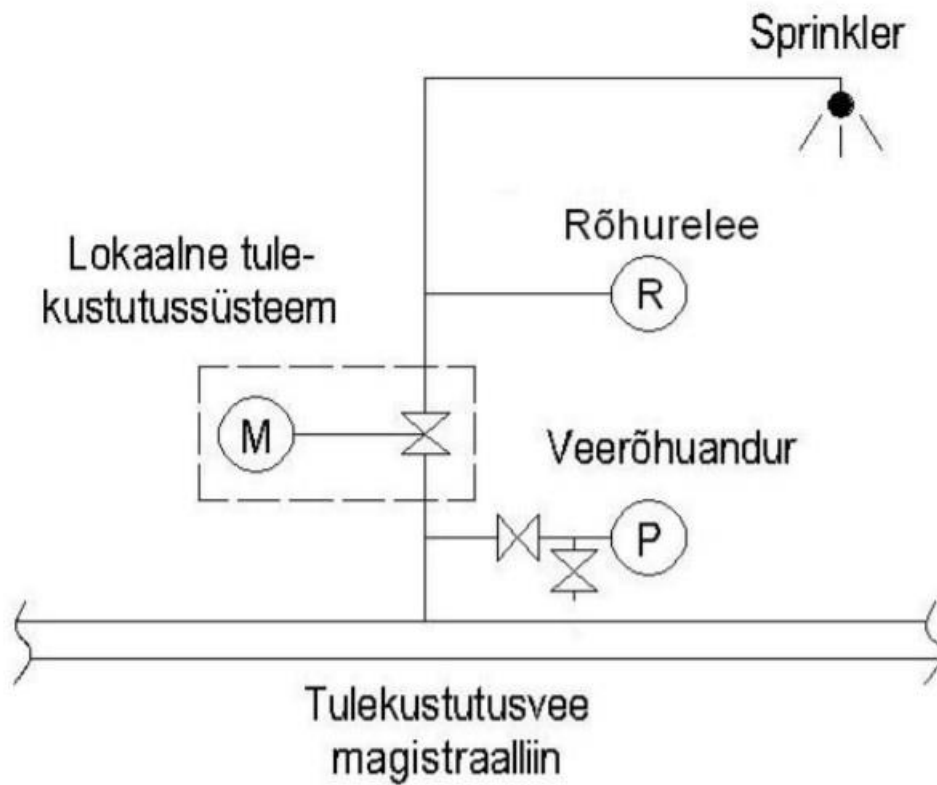


Рисунок 3. Спринклерная система пожаротушения на приводе конвейера камерного блока (фото автора)

Автоматическая система пожаротушения, расположенная непосредственно на приводе конвейера камерного блока, работает в автоматическом режиме. Считывая показания датчиков температуры, сверяет ее с заданной величиной и в случае повышения температуры дает сигнал тревоги в центральную систему пожарной сигнализации, а также запускает процесс пожаротушения и остановки конвейера.

2.2 Управление системой пожарной сигнализации

Для программного обеспечения визуализации используется Wonderware System Platform 3 вместе с Wonderware Intouch 10. Все контролируемые характеристики противопожарной системы отображаются на компьютерах, находящихся в помещениях заведующего шахты и дежурного горной службы спасения. При превышении определённых параметров включается сигнал тревоги и показания контролируемых характеристик и данные времени тревоги сохраняются в сервере Wonderware Historian. Главный экран показан на (Рисунке 4)

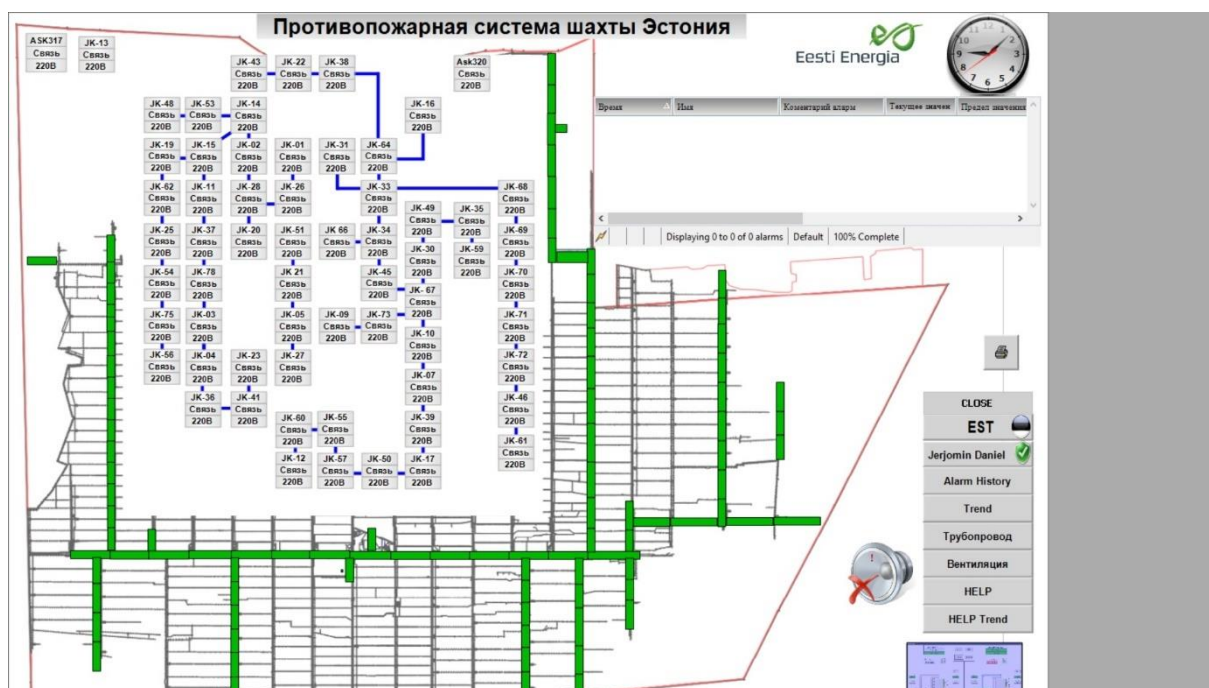


Рисунок. 4. Главный экран визуализации. (фото автора)

С главного экрана возможно передвигаться на более подробные уровни. Тут есть кнопки для просмотра графиков изменения аналоговых значений параметров и истории срабатывания тревоги. Кнопки перехода к планам проветривания, которые можно увидеть на схеме проветривания (Рисунок 5).

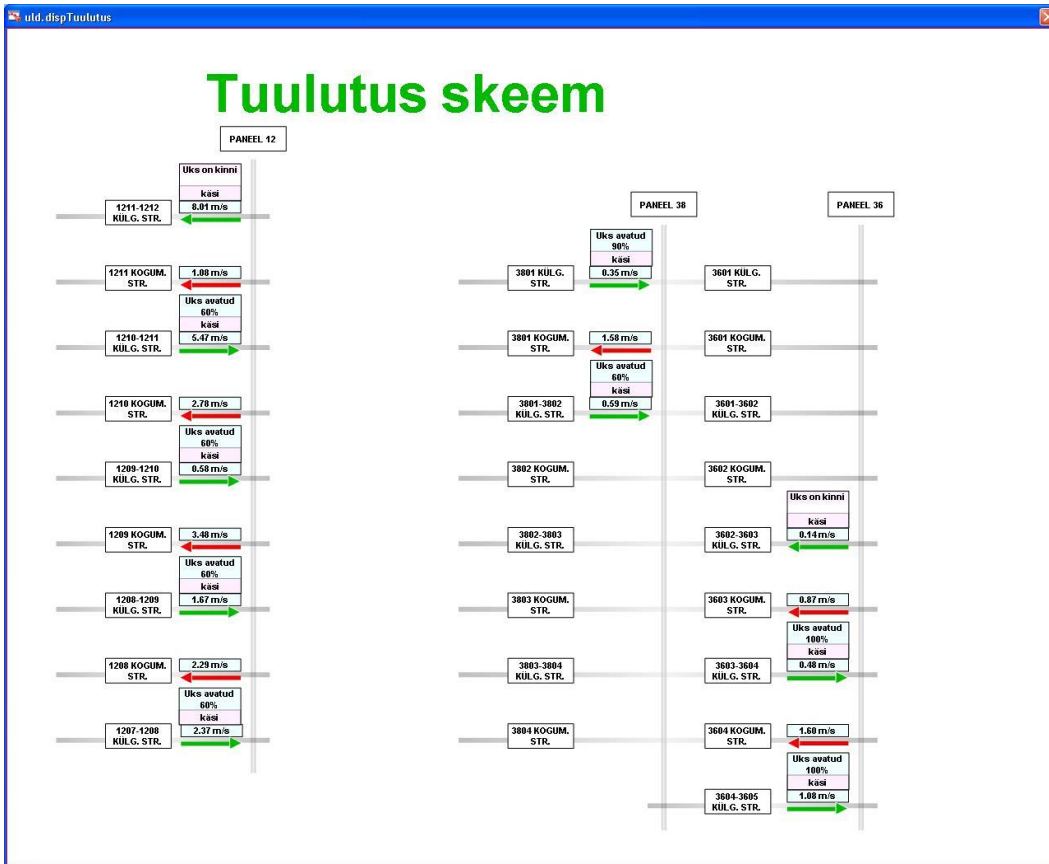


Рисунок 5. Схема проветривания (фото автора)

На Рисунке 6 можем видеть доступную дежурному схему пожарного трубопровода, с данными давления и местом нахождения исполнительных узлов.

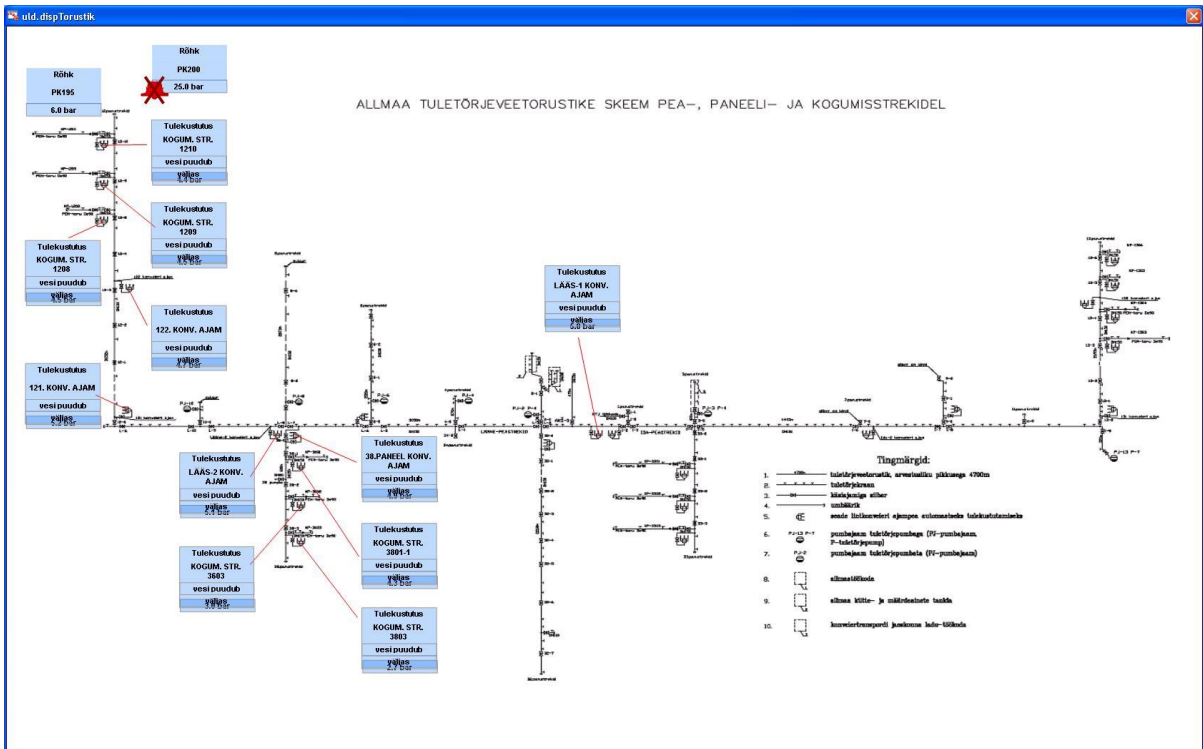


Рисунок 6. Схема пожарного трубопровода (фото автора)

Графические символы в системе визуализации пожарной сигнализации оснащены именем соответствующего объекта принимают и визуализируют показания от датчиков, описание символов видим на Рисунке 7.

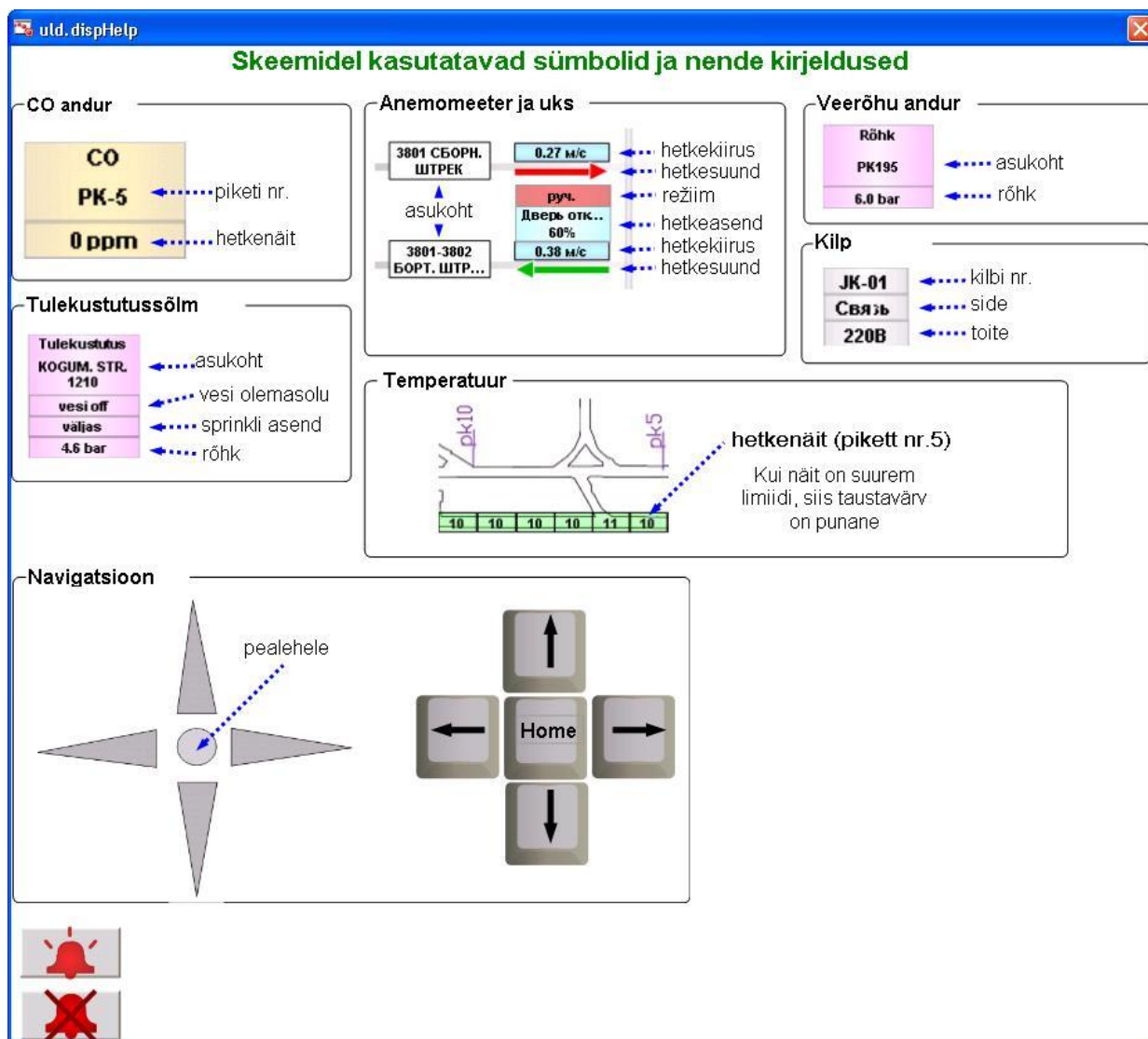


Рисунок 7. Описание символов (фото автора)

2.2.1 Сигналы аварии и предупреждения

В системе визуализации в случае аварии отображаются сигналы и записи предупреждений:

1. Сигнал каждой аварии или предупреждения изображается отдельно в окне текущих событий текстом или звуковым сигналом.
2. Записи аварий или предупреждений по отношению к друг другу находятся в хронологическом порядке.

3. Все записи аварий или предупреждений сохраняются в базе данных минимально 1 год.

2.2.2 Использование визуализации

На Рисунке 8 можно видеть вход в систему визуализации, для разрешения надо нажать на кнопку LOGIN и ввести имя пользователя и пароль.

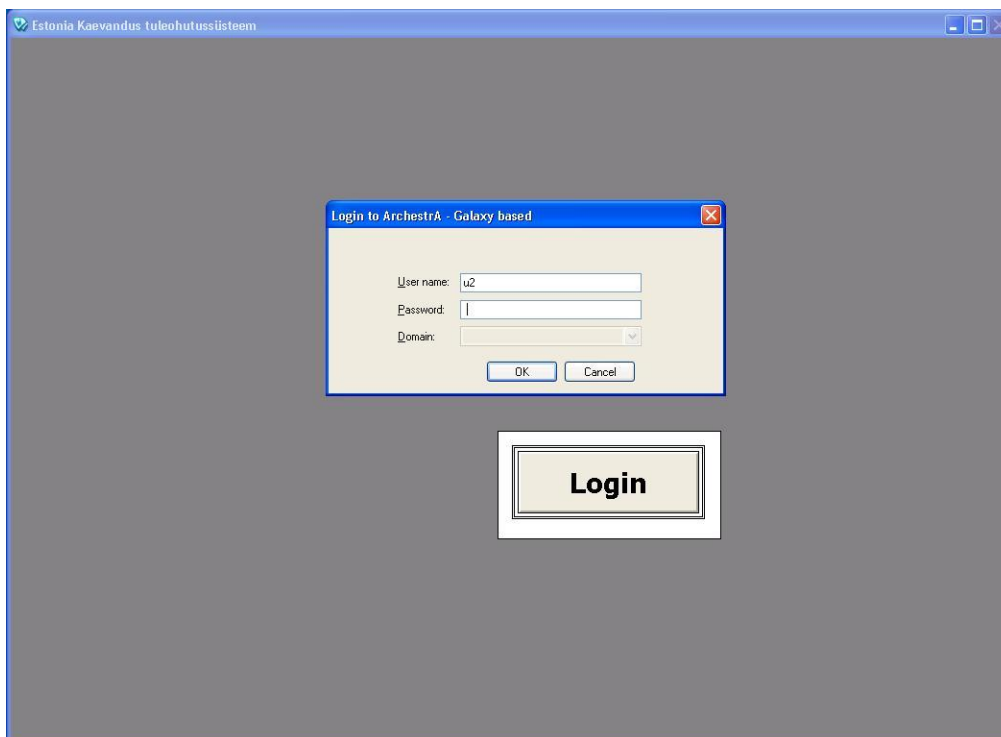


Рисунок 8. Вход в программу (фото автора)

Затем открывается общий экран системы пожарной безопасности шахты Эстония на котором можно видеть общую схему шахты, общую схему подключения центров пожарной сигнализации оптическим кабелем передачи данных, наличие питания на центрах, таблицу текущих тревог, а также включение и выключение звукового сигнала тревоги. Общий экран представлен на Рисунке 9.

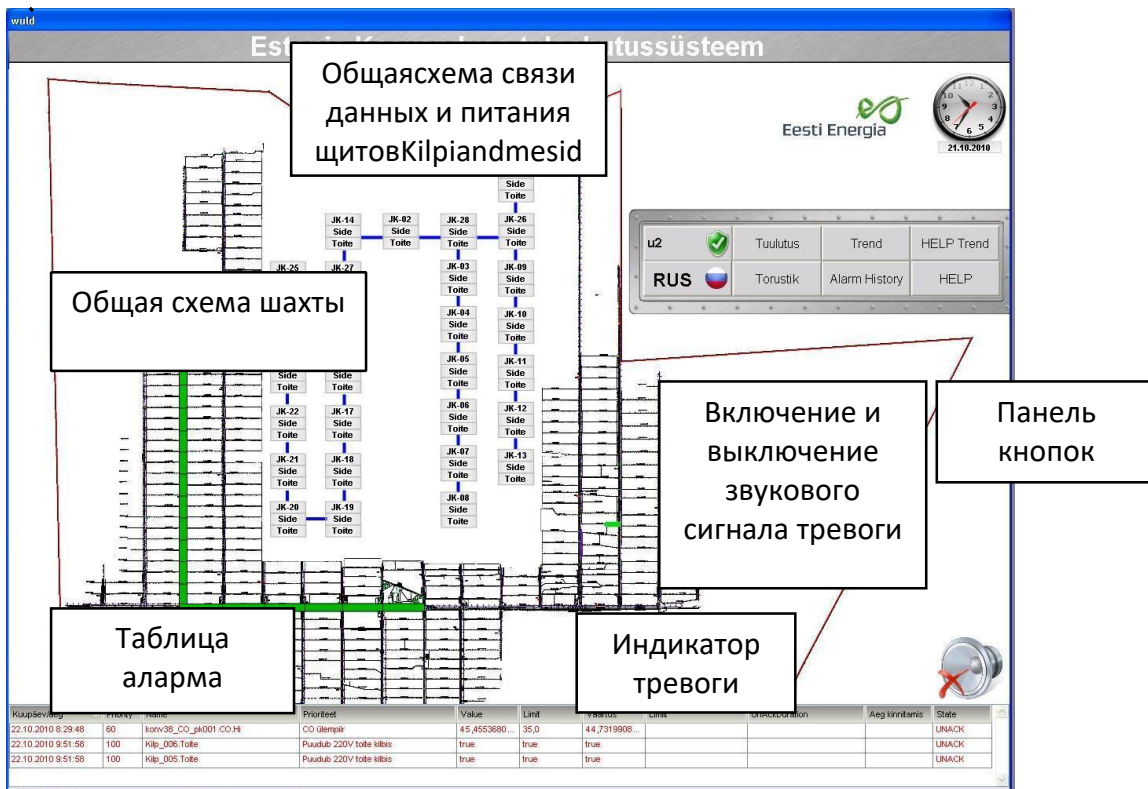


Рисунок 9. Общий экран (фото автора)

1. Нажав на кнопку, Вентиляция откроется схема вентиляции, где видна скорость и направление вентиляционного воздуха.
2. Нажав на кнопку Трубопровод, откроется схема противопожарного трубопровода. куда собраны данные о давлении в трубопроводе, информация о срабатывании локальной системы пожаротушения и подаче воды в спринклер.
3. Trend кнопка применения перехода в режим просмотра графиков изменения считываемых параметров.
4. Alarm history кнопка открывает окно, где отображается история тревог.
5. Help trend открывает инструкцию по просмотру и настройке графиков.
6. Кнопка Help открывает инструкцию визуализации.

Рисунок 10 показывает, что происходит при нажатие на индикатор тревоги, откроется карта тревоги, на которой изображено соответствующие место в шахте.

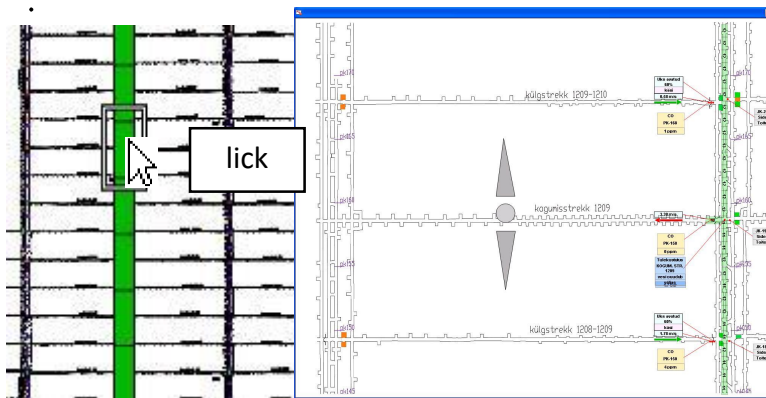


Рисунок 10. Открытие карты тревоги (фото автора)

На главной схеме связи данных и питания, нажав на щит, открывается карта с местонахождением щита в шахте и это продемонстрировано на Рисунке 11.

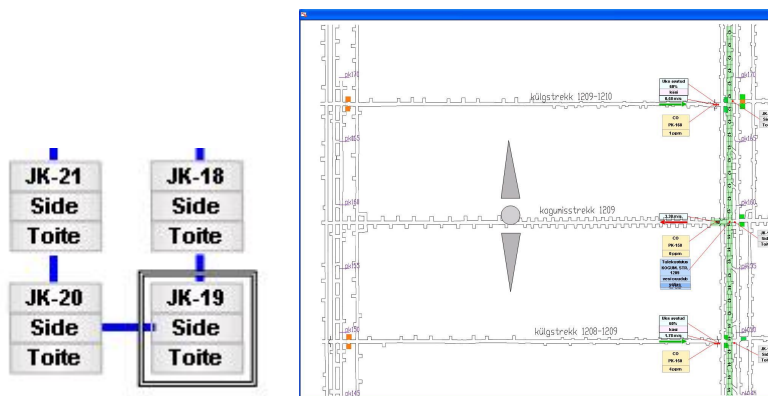


Рисунок 11. Карта с местонахождением щита в шахте. (фото автора)

Прямой путь для открытия карты через местонахождения щита.

На карте тревоги представленном на Рисунке 12 изображены символы всех датчиков, находящихся на данном участке шахты и считываемые с них параметры в реальном времени.

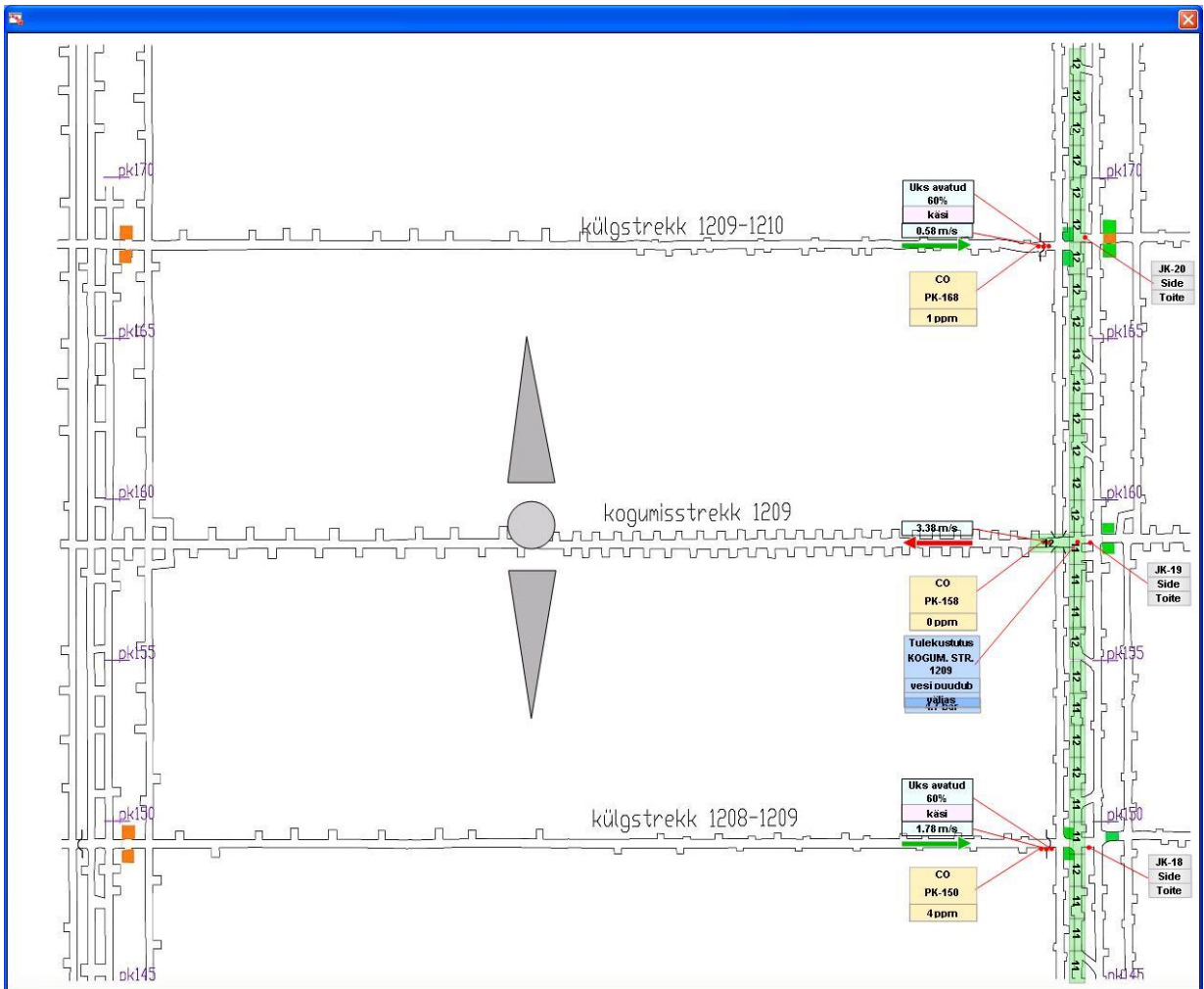


Рисунок 12. Карта тревоги датчиков. (фото автора)

Если связь с датчиком прервётся, тогда в таблице данного датчика появится красный крест, это видно на Рисунке 13.

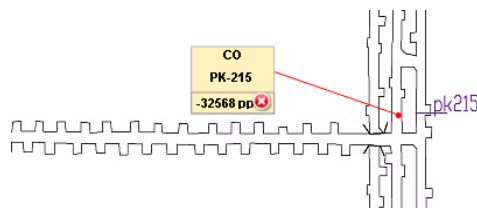


Рисунок 13. Прерванная связь с датчиком. (фото автора)

В случае поломки или демонтажа датчика, можно отключить оповещение о тревоге. Для этого надо в окне конфигурации оповещения тревоги нажать на красный колокольчик это можно видеть на Рисунке 14.

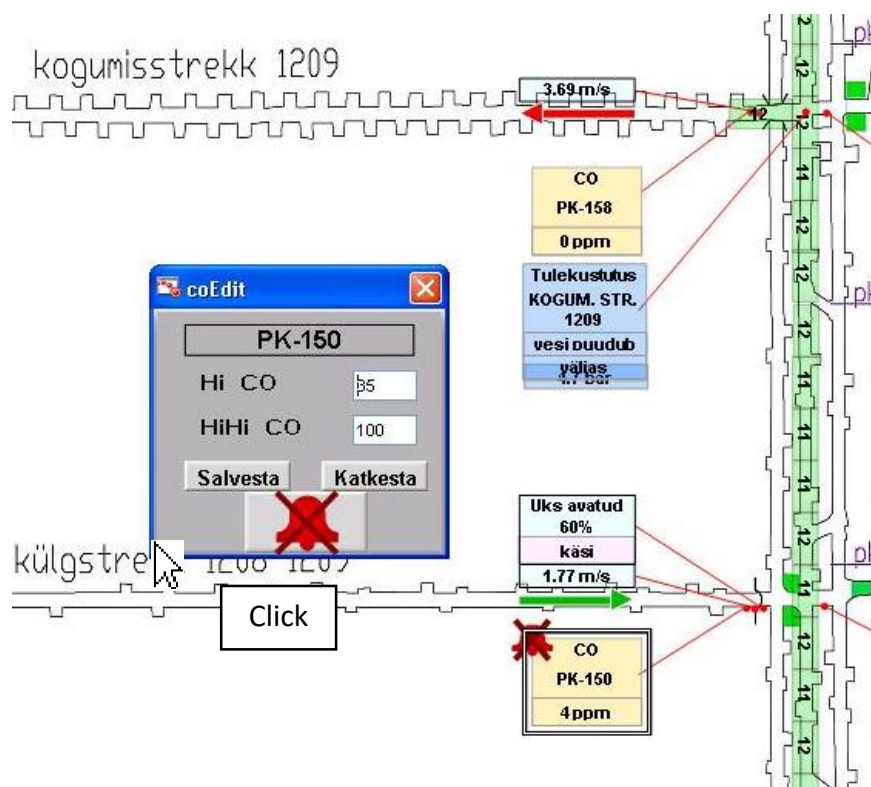


Рисунок 14. Отключение оповещения тревоги. (фото автора)

В окне конфигурации оповещения тревоги на красном колокольчике появляется красный крест. Также на карте, на выключенном датчике появляется красный колокольчик с крестом.

2.3 Недостатки имеющейся системы

Главным недостатком системы является клапан подачи воды в систему пожаротушения привода КЛЗ. В данный момент установлены устаревшие клапана вероятность срабатывания, которых сильно зависит от человеческого фактора и составляет примерно 50/50. При срабатывании возвращение в исходное положение производится вручную путем вскрытия корпуса исполнительного механизма и настройки «чеки» исполнительного соленоида.

Вторым недостатком системы можно отнести ее локализацию приводом КЛЗ, в то время как на хвосте конвейера находятся не менее пожароопасные механизмы. У расположенной на хвосте конвейера дробилки питателя отсутствует система пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения.

Третьим недостатком является отсутствие возможности визуализации данных по температуре с привода конвейера (используется контроллер Siemens LOGO! без поддержки сетевого соединения.)

Целью данной работы является устранение недостатков типового проекта пожарной сигнализации на конвейере камерного блока и оптимизация системы пожаротушения и сигнализации для безопасной работы конвейера.

2.4 Методы измерения

2.4.1 Метод измерения температуры датчиком Pt100

Метод измерения температуры датчиком Pt100 основан на повышении сопротивления датчика с увеличением температуры. Измерительные зонды PT100 обычно используются для промышленного применения. Они являются наиболее распространенным типом термометра сопротивления платины. Pt означает, что датчик сделан из платины. 100 означает, что при 0 °C датчик имеет сопротивление 100 Ом. Наиболее распространенный тип датчиков PT100 имеет сопротивление 100 Ом при 0 °C и 138,4 Ом при 100 °C. Платина имеет положительный коэффициент зависимости сопротивления от температуры; с ростом температуры растёт сопротивление. Изменение сопротивления от температуры (линейный к-т): 0,39 Ом/1 °C, основным отличием является долговременная стабильность по сравнению с другими методами измерения температуры, за год не хуже, чем 0,2 Ом/0 °C. В одном датчике может быть несколько термо сопротивлений Pt100: 1, 2 или 3 × Pt-100 (наиболее часто используется 1 × Pt-100). Для разных измерительных цепей датчик может быть произведён в разных вариантах: 2-, 3- или 4-проводное подключение (наиболее точным является 4-проводное). [\[1\]](#)

2.4.2 Методы измерения давления

Датчик давления - устройство, физические параметры которого изменяются в зависимости от давления измеряемой среды (жидкости, газа, т. д.). В датчиках давление измеряемой среды преобразуется в унифицированный пневматический, электрический цифровой код или сигналы. Датчик состоит из преобразователя давления, в составе которого чувствительный элемент — приемник давления, схемы вторичной обработки сигнала, различных над конструкций корпусных деталей, в том числе для герметичного соединения датчика с объектом и защиты от внешних воздействий и устройства вывода информационного сигнала. Основными отличиями одних приборов от других являются пределы измерений, динамические и частотные диапазоны, точность регистрации давления, допустимые условия эксплуатации, массогабаритные характеристики, которые зависят от принципа преобразования давления в электрический сигнал: тензометрический, пьезорезисторный, ёмкостный, индуктивный, резонансный, ионизационный, пьезоэлектрический и другие. Широкое применение нашёл пьезоэлектрический метод. [\[2\]](#)

Пьезоэлектрический метод - В основе лежит прямой эффект, при котором пьезо элемент генерирует электрический сигнал, который одинаково распределяется действующей на него силой или давлением. Пьезоэлектрические датчики

используются для измерения быстроменяющихся акустических и импульсных давлений, обладают большими динамическими и частотными диапазонами, массу и размеры не большие, высокую надежность и могут использоваться в тяжелых условиях эксплуатации. [2]

Сигналы с датчиков давления могут быть как медленно меняющимися, так и быстро переменными. Медленно меняющийся сигнал их спектр лежит в области низких частот. Чтобы с высокой точностью оцифровать сигнал, необходимо подавить высокочастотную часть спектра, полностью состоящую из помех. Это нашло большое применение в промышленных условиях. [2]

Для измерения переменных давлений применяют датчики с аналоговым выходным сигналом (0—20, 4—20 мА и 0—5, 0,4—2 В). [2]

Пьезоэлектрические датчики применяются для измерения быстро переменных процессов в диапазоне частот от единиц Гц до сотен кГц. [2]

2.4.3 Методы измерения CO

Принцип работы датчика CO основан на электрохимической реакции, в которой при попадании угарного газа (CO) через мембрану на поверхность чувствительного элемента происходит реакция окисления оксида углерода.

Датчик монооксида углерода делает сигнал постоянного тока, пропорциональный концентрации CO в воздухе проверяемой области.

2.4.4 Методы измерения направления ветра ультразвуковым анемометром

Работа анемометров ультразвукового типа основана на измерении скорости звука, которая изменяется в зависимости от ориентации вектора движения воздуха (направления ветра) относительно пути распространения звука. Существуют двухкомпонентные ультразвуковые анемометры — измеряют помимо скорости и направление ветра по частям света — направление горизонтального ветра и трёхкомпонентные ультразвуковые анемометры — измерители всех трёх компонент вектора скорости воздуха. Скорость звука в анемометрах измеряется по времени прохода ультразвуковых импульсов между фиксированным расстоянием от излучателя до ультразвукового микрофона, затем измеренные времена пересчитываются в две или три компоненты скорости движения воздуха. Скорость звука в воздухе зависит ещё от температуры (возрастает пропорционально корню квадратному из абсолютной температуры), в ультразвуковых анемометрах обязательно есть термометр, по показаниям которого вносятся поправки в вычисления скорости ветра. [3]

ПРЕДЛАГАЕМАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ

3.1 Общее описание проекта

Предлагаемый проект модернизации включает в себя имеющееся оборудование и дополнительный набор средств автоматизации, необходимых для удовлетворения условий заказчика. Расчет оборудования принимает во внимание условия шахтной среды. Описание оборудования включает методы монтажа и соединения, теорию, иллюстрации и пояснения в выборе. В проекте использовано оборудование, программное обеспечение и другие решения, продиктованные условиями заказчика.

3.2 Конфигурация и план модернизации

Для реализации проекта необходимо подобрать исполнительный клапан исходя из заданных параметров существующей системы пожаротушения. Вторым этапом является подбор оборудования для мониторинга температуры над дробилкой питателем. Далее следует провести оптимизацию и модернизацию имеющегося оборудования для реализации условий заказчика.

3.3 Анализ и описание имеющегося оборудования

3.3.1 Датчик Evikon E2606-CO

CO-датчик Evikon E2606-CO, предназначен для измерения концентрации окиси углерода в штреках, где может образоваться опасная концентрация газа. Внешний вид датчика представлен на Рисунке 15.



Рисунок 15. CO-датчик Evikon E2606-CO. [\[4\]](#)

Соединение нормированных аналоговых выходов 4-20 mA и RS-485 MODBUS позволяет связать датчик с системой сигнализации. У включенного датчика в

нормальном режиме световой диод горит непрерывно. При повышении концентрации газа выше установленного предела, световой диод начинает мигать. Нормальная позиция датчика восстанавливается после понижения концентрации газа ниже запрограммированной уставки. Основные технические характеристики можем видеть в Таблице 1.

Таблица 1. Технические данные CO-датчика Evikon E2606-CO [\[4\]](#) :

Диапазон измерений	0-1000 ppm
Аналоговый выход	4-20 mA
Цифровой выход	Modbus
Срабатывание тревоги	35 ppm
Отмена тревоги	30 ppm

3.3.2 Температурный датчик рт100

Для контроля температуры на приводах конвейера используются температурный датчик рт100 типа: W-CABLE-6/100-10000/SIL-4-A.

Внешний вид 4-х проводного датчика можно видеть на Рисунке 16, расшифровка данного типа датчика расписана на Рисунке 17.



Рисунок16. Температурный датчик Pt100. Тип W-CABLE-6/100-10000/SIL-4-A [\[5\]](#)

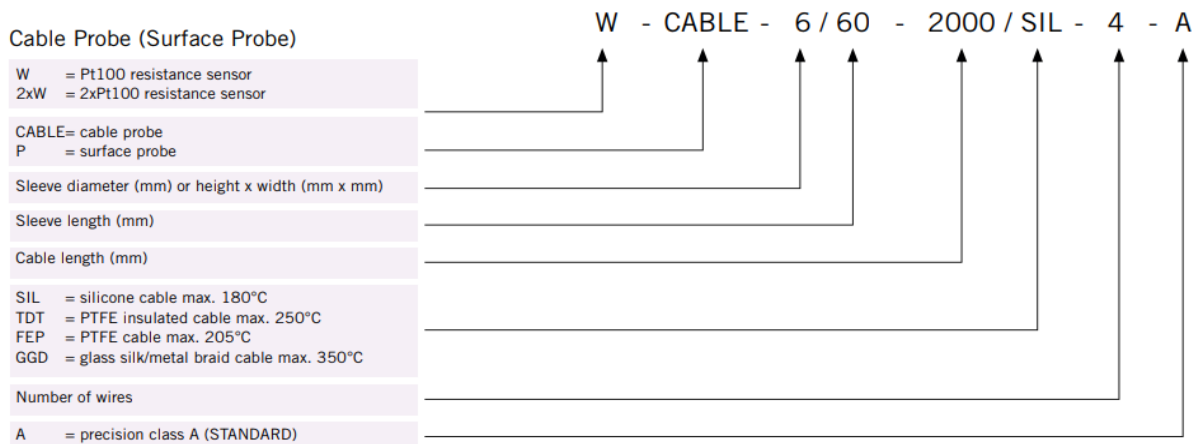


Рисунок 17. Расшифровка обозначения датчика W-CABLE-6/100-10000/SIL-4-A [6]

Температурный датчик Pt100 основан на принципе измерения сопротивления. Схему подключения 2-х, 3-х, 4-х проводных датчиков можно увидеть на Рисунке 18. Материал платина с сопротивлением 100 Ом при температуре 0 °С. Платина имеет зависимость положительную сопротивления от температуры с ростом температуры растёт сопротивление. Изменение сопротивления от температуры линейный = 0,39 Ом/1 °С. Плюсом платиновых датчиков является долговременная стабильность по сравнению с другими методами измерения температуры. [7]



Рисунок 18. Подключение 2-х, 3-х, 4-х проводного датчика Pt100 [7]

Температурный датчик рt100 типа: W-CABLE-6/100-10000/SIL-4-A подходит для проекта согласно техническому заданию и по своим параметрам

3.3.3 Анемометр Vaisala WMT-52

Анемометр Vaisala WMT-52 (рис. 20) подходит для нашего проекта потому что можно использования в сложных условиях окружающей среды, т.к. у этого датчика отсутствуют движущие части. Скорость и направление ветра измеряется ультрафиолетовым сенсором. [8]

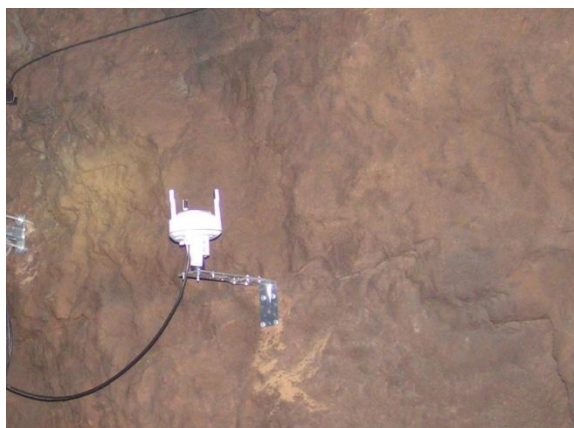


Рисунок 19. Анемометр Vaisala WMT-52. (фото автора)

Для выхода используется RS-485 цифровой сигнал, который передаёт сведения о скорости и направлении ветра. Цифровой сигнал с помощью аналогового преобразователя сигнала изменяют в щите на аналоговый сигнал. [8]

Таблица 2. Технические данные анемометра Vaisala WMT-52 [8] :

Скорость ветра	0-60 m/s
Направление ветра	0-359°
Цифровой выход	RS-485
Изменение сигнала	RS-485 ->Аналог
Интерфейс данных	SDI-12, RS232, RS485, RS422, USB адаптер
Скорость передачи данных	200 ... 115 200
Диапазон рабочей температуры	-52 ... +60 °C (-60 ... +140 °F)
Корпус	IP65
Напряжение входа	5.. 32 VDC

Энергопотребление	3 мА при 12 VDC (для заводских установок)
-------------------	---

Датчик скорости и направления ветра Vaisala WMT-52 подходит для проекта согласно техническому заданию благодаря треугольной конструкции, которая обеспечивает превосходную доступность данных, компактный, долговечный и прочный, низкое энергопотребление, корпус с монтажным комплектом соответствует IP66. Технические данные представлены в таблице 2.

3.3.4 Преобразователь Nokeval модель 7470

Преобразователь 7470 является экономным средством преобразования цифровых данных от анемометра в аналоговые сигналы мА/V и передачи их. Устанавливается в щите центра пожарной сигнализации, монтируется на DIN рейку. Преобразователь интерфейса RS485 в аналоговый сигнал 4-20мА, настройка осуществляется в программе MeKuWin в которой задаются параметры протокола передачи данных, а также параметры выходного сигнала. Внешний вид и схема подключения можно видеть на рисунке 20. Технические характеристики описаны в Таблице 3. [9]

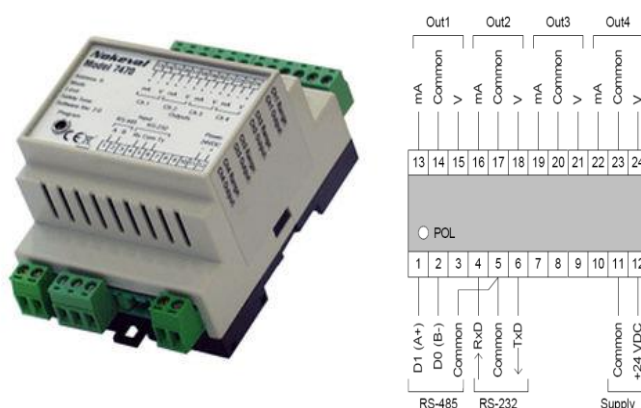


Рисунок 20. Преобразователь Nokeval 7470. [9]

Таблица 3. Технические характеристики Nokeval модель 7470. [9]

Выходы	0..20mA, 4...20mA
Выходное напряжение	0..5V, 0...10V
Преобразование DAC	12 бит (разрешение 4096)
Электропитание	18..28VDC
Потребляемая мощность	30mA...110mA
Монтаж	на DIN-рейку (35 мм)
Последовательный ввод данных	RS-232 и RS-485
Протокол	Nokeval SCL, Modbus RTU

3.3.5 Датчик давления воды Comeco PSP

С помощью подземной системы пожарной сигнализации контролируется запуск локальной системы пожаротушения на приводе конвейера и подача воды на пожарные спринклеры.

Давление воды в трубопроводе пожаротушения измеряют промышленные датчики давления воды представленным на Рисунке 21. Подача воды на спринклеры контролируется с помощью реле давления Moeller MCS-11.

Датчик давления воды Comeco PSP

Представляет собой аналоговый датчик давления с диапазоном измерения 0...25 бар.



Рисунок 21. Датчик давления воды Comeco PSP. (Фото автора).

Таблица 4. Технические характеристики датчика давления воды Comeco PSP-0.25. Q23F-X[10]

Производитель	Comeco
Тип	PSP
Диапазон измерения	0-25bar
Аналог выход	4-20mA
Номинальное напряжение	10-30V DC

Тип защиты	IP65
Рабочая температура	- 40°...+125°С
Материал корпуса	нержавеющая сталь
Класс точности	0,5%

Датчик давления воды Comeco PSP-0.25. Q23F-X подходит для проекта согласно техническому заданию и характеристикам, представленным в таблице 4.

3.3.6 Реле давления Moeller MCS-11

Реле давления Moeller MCS11-SOND910-G, — это устройства управления, которые измеряют давление среды и преобразуют это действие в электрический сигнал. Реле используются для контроля давления жидкостей и газов, можно видеть на Рисунке 22. [\[11\]](#)



Рисунок 22. Реле давления Moeller MCS11[\[11\]](#)

Реле давления Moeller MCS11-SOND910-G имеют две регулируемые точки коммутации (включение и выключение), отдельно настраиваются бесступенчато. Рабочий внешний вид и схему подключения реле давления можно видеть на Рисунке 23. [\[11\]](#)

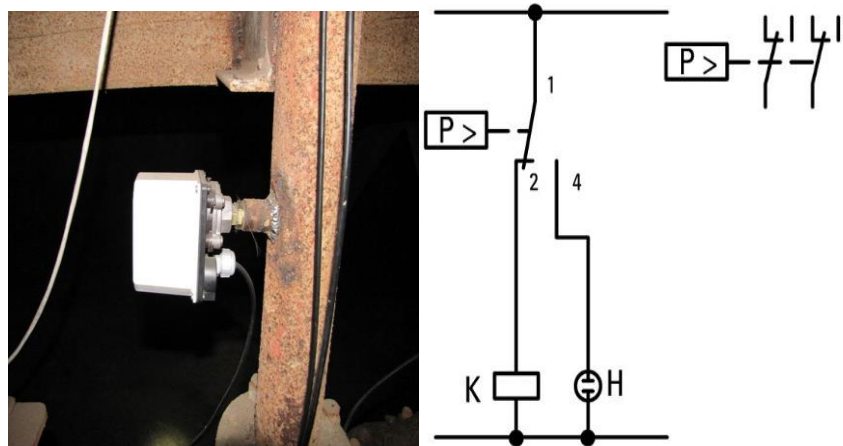


Рисунок 23. (Фото автора).

Таблица 5. Технические характеристики реле давления Moeller MCS11-SOND910-G [\[11\]](#)

Тестовое давление	32 bar
Продавливающее давление	90 bar
Температура окружающей среды	- 25°...+70°С
Класс защиты	IP65
Расчетный рабочий ток	230 В, 50/60Гц - 2А
Расчетный рабочий ток	24 В - 1А
Номинальная частота [f]	50 Гц
Максимальное рабочее давление	15bar
Выход	NC контакт

Реле давления Moeller MCS11-SOND910-G подходит для проекта согласно техническому заданию и характеристикам представленными в таблице 5.

3.3.7 Клапан системы пожаротушения

Устаревший клапан системы пожаротушения имеет механический принцип действия. Инициация срабатывания происходит благодаря соленоиду (управление 24в DC), который втягиваясь, снимает чеку с механического устройства, которое нажимает шток задвижки трубопровода. При срабатывании взведение в рабочее положение производится путем открытия крышки корпуса и натяжения специальным ключом пружинного механизма с постановкой чеки соленоида. Срабатывание сильно зависит от человеческого фактора при установке чеки, так же имея не герметичный корпус распространены отказы из-за коррозии механизма. Данный клапан подлежит замене при проведении анализа для данного проекта согласно требованиям заказчика.



Рисунок 24.Клапан системы пожаротушения (Фото автора)

3.3.8 Линия управления ленточного конвейера.

Линия управления КЛЗ осуществляется 20ти парным телефонным кабелем, подключаемым в коробку КК0 или непосредственно в шкаф управления конвейером, по всей протяженности линии находятся распределительные коробки КК1-КК4 в которые подключаются датчики и сигналы. К концевой коробке кк4 подключается ПУХ, с которого осуществляется запуск конвейера и подача звукового сигнала, так же в нем присутствует реле разрешения запуска дробилки питателя. В приложение1. указана схема подключения линии управления ленточного конвейера.

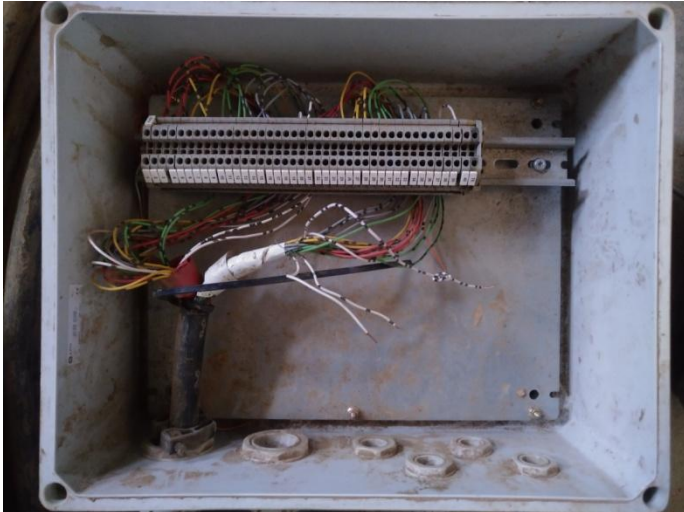


Рисунок 25 Распределительная коробка (Фото автора).

Линия управления КЛЗ будет задействована в проекте для передачи сигнала с температурного датчика PT100 на хвосте привода дробилки питателя через преобразователь PR 6331 A. Схема подключения датчика PT100 и преобразователя PR6331A в линию управления ленточного конвейера показана в приложении 2.

3.3.9 Контроллер Siemens S7-1200

PLC SIMATIC S7-1200 - это семейство микроконтроллеров Сименс для решения самых разных задач автоматизации малого уровня. Эти контроллеры имеют модульную конструкцию и универсальное назначение. Внешний вид показан на Рисунке 26.



Рисунок 26. Контроллер Siemens S7-1200 [\[12\]](#)

Они способны работать в реальном времени, могут использоваться для построения относительно простых узлов локальной автоматики или узлов комплексных систем автоматического управления, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети Industrial Ethernet/PROFINET, а также PtP (Point-to-Point) соединения. Программируемые контроллеры S7-1200 изготовлены из пластика корпуса со степенью защиты IP20, могут монтироваться на стандартную 35 мм профильную шину DIN или на монтажную плату и работают в диапазоне температур от 0 до +50 °C. [\[12\]](#)

Они способны обслуживать от 10 до 284 дискретных и от 2 до 51 аналогового канала ввода-вывода. К (SM) центральному модулю и (SB) сигнальные платы ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов. В приложение 3 находятся основные технические параметры контроллера Siemens S7-1200 CPU 1212C 6ES7212-1BD30-0XB0 [\[12\]](#) По техническим условиям и заявки заказчика контроллер Siemens S7-1200 CPU 1212C 6ES7212-1BD30-0XB0 подходит для данного проекта.

3.3.10 Центры пожарной сигнализации

Оборудование центров пожарной сигнализации смонтировано в щитах класса защиты IP65. В щитах находятся промышленные контроллеры и сетевое оборудование. Центры пожарной сигнализации расположены в непосредственной близости от мест установки датчиков на приводе конвейера и бортовых штреках.



Рисунок 27. Центры пожарной сигнализации (Фото автора)

Оборудование центров пожарной сигнализации смонтировано в щитах класса защиты IP65. Пожарные центры представлены на Рисунке 27. В щитах находятся промышленные контроллеры и сетевое оборудование. Центры пожарной сигнализации расположены в непосредственной близости от мест установки датчиков на приводе конвейера и бортовых штреках. Существует 2 вида центров. Центры пожарной сигнализации и центры автоматической системы пожаротушения. Центры автоматической системы пожаротушения не подключены к шахтной сети Ethernet так как оборудованы контроллерами Siemens LOGO! Которые не поддерживают сетевое соединение, схема в Приложение 8. По техническому условию заказчика необходимо оптимизировать и модернизировать центры пожарной сигнализации чтобы они поддерживали сетевое соединение Ethernet и исключали дублирование систем. Данный проект предполагает интегрировать локальный центр автоматической

системы пожаротушения в общий центр пожарной сигнализации. Вместо двух щитов класса защиты IP65 будет один.

Приложение 4. Схема подключения центра пожарной сигнализации шкаф ЖК.

Для питания устройств используются трансформаторы 690/230 VAC и блоки питания 24 VDC. При потере напряжения электропитания щиты обеспечиваются питанием от аккумуляторов. В щитах обеспечено требуемое заземление. Кабели в щиты заходят снизу.

3.3.11 Передача данных

Связь между пожарными центрами и оборудованием верхнего уровня системы SKADA реализована с помощью оптического кабеля и оптических свитчей. Используются свитчи марки MOXA EDS-505A.



Рисунок 28. Коммутатор EDS-505A-SS-SC [\[13\]](#)

Они позволяют передавать данные со скоростью до 100MB по оптоволоконной линии на расстояние до 40-ка километров. Используя оптический кабель *single-mode* 9/125 μm . Все центры пожарной сигнализации подключены последовательно к главному свитчу в серверной на поверхности.

Свитч MOXA EDS-505A 3 x 10/100Base TX, 2 x 100 BaseFX (одномодовое оптоволокно) применяется для коммутации оптоволоконной сети и витой пары

В приложение 5 находятся основные технические характеристики коммутатора MOXA [\[13\]](#)

4.ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ. ТП

Все АСУ ТП строятся по трехуровневому принципу:

- Нижний уровень.
- Средний уровень.
- Верхний уровень.

4.1 Нижний уровень. Уровень оборудования.

Это уровень датчиков (sensors), измерительных устройств, контролирующих управляемые параметры, а также исполнительных устройств (actuators), воздействующих на эти параметры процесса, для приведения их в соответствие с заданием. На этом уровне осуществляется согласование сигналов датчиков с входами устройства управления, а вырабатываемых команд с исполнительными устройствами.

[14]

В данном проекте были выбраны датчики в соответствии с шахтными условиями работы, техническим заданиям и по соответствующим заявленным характеристикам.

Нижний уровень данного проекта входят датчики:

- Датчик контроля температуры на расположенную в хвосте конвейера дробилку питатель тип: рт100 W-CABLE-6/100-10000/SIL-4-A (Рисунок 16,17,18).
- Датчик контроля давления воды в системе пожаротушения тип: Comeco PSP-0.25. Q23F-X (Рисунок 21). (см Таблица 4).
- Реле управления и контроля давлением и потоком в среде пожарной сигнализации конвейера тип: Moeller MCS11-SOND910-G, (Рисунок 22,23). (См Таблица 5).
- Для измерения скорости и направления ветра Анемометр тип: Vaisala WMT-52 (Рисунок 19). (см Таблица 2).
- Датчик для измерения концентрации окиси углерода в штреках тип: СО-датчик Evikon E2606 (Рисунок 15). (см Таблица 1).

Согласно условиям технического задания проекта, была разработана типовая упрощенная функциональная схема расположения датчиков. Были соблюдены все необходимые условия для правильной работы каждого датчика по его назначению. Расположение всех датчиков можно видеть на упрощенной функциональной схеме в Приложении 6.

4.1.1 Описание датчиков функциональной схемы пожарной сигнализации

TE – датчик температуры (устанавливается на хвосте привода дробилки-питателя и на приводе ленточного конвейера)

PS – реле давления (устанавливается на трубопроводе системы пожаротушения конвейера).

PE – датчик давления (устанавливается на трубопроводе системы пожаротушения конвейера).

SE – датчик измерения скорости и ветра (устанавливается на конвейерном штреке).

QE – датчик анализа газов (устанавливается на конвейерном штреке).

4.2 Средний уровень АСУ ТП. Уровень управления оборудованием

Это уровень контроллеров (PLC), он получает информацию с контрольно-измерительного оборудования и датчиков о состоянии технологического процесса и выдает команды управления, в соответствии с запрограммированным алгоритмом управления, на исполнительные механизмы. [\[14\]](#)

В данной работе контроллер и модули расширения были выбраны в соответствии с техническими условиями. Были запрограммированы модули PR, и выбрано всё необходимое оборудование, для обеспечения полноценного функционирования среднего уровня АСУ ТП, для данного проекта.

При выборе контроллера, основным условием было максимальное использование имеющегося оборудования, технические данные, характеристик и параметров согласно применяемых контроллеров, участвующих в цепочке управления пожарной сигнализации конвейеров. Необходимость данного условия должна была соблюдаться прежде всего для удобства обслуживания и обеспечения оперативного контроля со стороны обслуживающего персонала. А также возможность корректировки параметров контроллера на удалённом доступе.

Средний уровень данного проекта состоит из:

Программируемого контроллера Siemens S7-1200 CPU 1212C 6ES7212-1BD30-0XB0 (Рисунок 26).

Технические данные можно посмотреть в приложение 3.

Для подключения сетевого оборудования в сеть Ethernet был выбран коммутатор тип: MOXA EDS-505A-SS-SC, Рисунок 28.

Технические данные можно посмотреть приложение 5.

4.2.1 Модули расширения контроллера Siemens S7-1200

Необходимо установить дополнительные модули контроллера в шкафу ЖК для осуществления приема данных с датчиков температуры Pt100 расположенных на приводе ленточного и дополнительного датчика на хвосте над дробилкой питателем НВ.

Для приема сигнала 4-20мА с преобразователя PR расположенного в хвосте конвейера необходимо добавить модуль аналогового ввода 6ES7231-4HF32-0XB0.

SIMATIC S7-1200, МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВВОДА, SM 1231, 8 AI, +/-10В, +/-5В, +/-2,5В, ИЛИ 0-20 МА 12 БИТ + ЗНАК ИЛИ (13 БИТ ADC) [\[15\]](#)

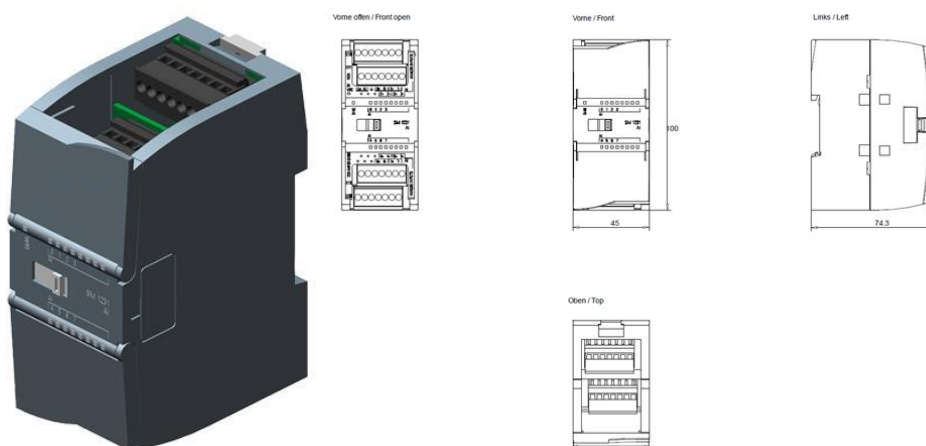


Рисунок 29. Модуль аналогового ввода 6ES7231-4HF32-0XB0. [\[15\]](#)

Таблица 6. Технические характеристики модуля расширения 6ES7231-4HF32-0XB0. [\[15\]](#)

Напряжение питания	24 В пост. тока
Число аналоговых входов	8
Макс. допустимый входной ток для входа напряжения	40 мА
Входные диапазоны напряжения	± 10 В, ± 5 В, $\pm 2,5$ В
Входные диапазоны ток	от 4 до 20 мА, от 0 до 20 мА
Макс. разрешение с диапазоном перегрузки (бит со знаком)	12 bit; + знак
Аварийные сигналы/диагностика/информация о состоянии	да

Температура окружающей среды при эксплуатации

От -20 до +60 °С

4.2.2 Программируемый преобразователь PR 6331 A

Для того, чтоб контроллер понимал какая температура воздуха на хвосте и на приводе конвейера, нужен датчик температуры (Pt100) и преобразователь (4-20 мА). В качестве преобразователя для Pt100 был выбран «PR Electronics 6331A».

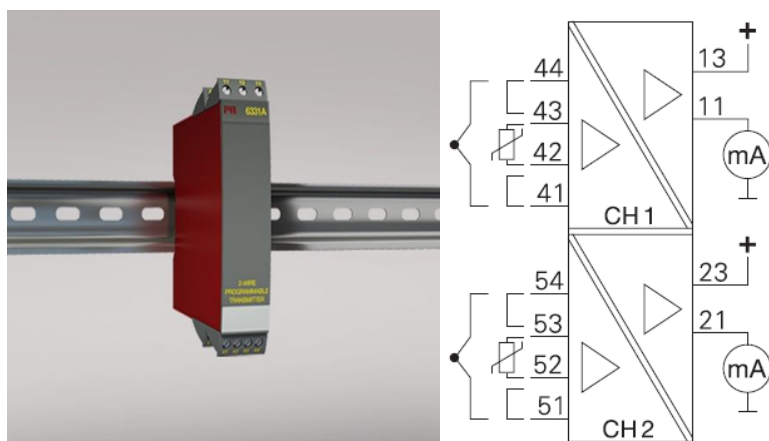


Рисунок 30. Преобразователь PR6331A и схема подключения [16]

К нему можно подключить сразу 2 датчика температуры, что очень удобно для нас, т.к. мы имеем 2 датчика на приводе и 1 на хвосте конвейера, итого 2 преобразователя, 1 на хвосте и 1 в шкафу ЖК. Датчик Pt100 подключается по 4х проводной схеме к преобразователю PR 6331 A.

Используя схему (см приложении 1) управления конвейером, находим свободную пару контактов, так как в этой схеме через все распределительные коробки кабель подключается транзитом, необходимо сделать новую схему (приложение) подключение КК1 и КК4. В новой схеме используем свободную пару №17,18, которая в распределительной коробке КК4 устанавливаем на DIN-рейку преобразователь PR 6331 A и подключаем его. Датчик PT100 также заходить в КК4 и напрямую подключается к преобразователю PR 6331 A преобразуя показания термос сопротивления в стандартный сигнал 4...20 мА. Датчик PT100 устанавливаем в месте расположения дробилки питателя. Функциональная схема представлена в Приложение 2.

Данный преобразователь еще удобен и тем, что для его программирования компания предоставляет бесплатное программное обеспечение.

Соединение с контроллером по линии управления конвейера показано в приложении 2.

Основные технические характеристики преобразователя PR6331A представлены в таблице 7.[17]

Таблица 7. Основные технические характеристики PR 6331 A. [\[17\]](#)

Тип	PR 6331 A
Вход: Pt100, полная шкала / мин. диапазон	-200...+850°C / 25°C
Выход: мА, полн. диапазон сигнала / мин. диапазон	4...20 мА
Напряжение питания, пост. ток	7.2...35 VDC
Потребление	20 мА
Основная погрешность, Pt100	менее $\leq \pm 0.2^\circ\text{C}$
Температура окружающей среды	-40...+60°C

4.3 Верхний уровень.

Верхний уровень - это сетевое оборудование, операторские и диспетчерские станции промышленных сервера.

4.3.1 Панель управления Siemens KTP400, 6AV6 647-0AK11-ЗАХО

Верхний уровень данного проекта состоит из панели управления Siemens KTP400 устанавливается в шкафах управления насосных, опыт эксплуатации и программное обеспечение уже имеются на предприятии, и унификация и взаимозаменяемость является определяющим фактором выбора, эксплуатация в промышленных условиях. Внешний вид панели представлен на Рисунке 31.

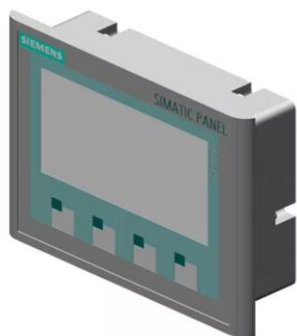


Рисунок 31. Панель управления Siemens KTP400 [\[18\]](#)

Панель управления Siemens KTP400 предназначена для решения задач управления и мониторинга на уровне производственных машин и установок и эксплуатация в промышленном секторе. Беспроblemное подключение к программируемым контроллерам через встроенный интерфейс PROFINET или RS 485/422 (зависит от типа панели). Необслуживаемое исполнение, длительный срок службы встроенных дисплеев. Скоростной ввод в эксплуатацию, потому что присутствует интегрированный обозреватель диагностических сообщений. И присутствует настройки IP адресов для контроллеров S7-1200 и S7-1500. Можно разрабатывать проекты с помощью WinCC flexible 2008, WinCC (TIA Portal) от V11. [\[18\]](#)

Таблица с техническими характеристиками панели управления представлены в приложении 7.

4.4 Исполнительный клапан СЕНС–ПР DN100 PN25–200С

Для данного проекта на систему пожаротушения конвейера выбрали исполнительный клапан СЕНС–ПР DN100 PN25–200С

Схема подключения и клапан показанны на рисунке 32.

Данный клапан удовлетворяет условиям заказчика и способствует более надежной работе системы пожаротушения. Устанавливается на пожарном трубопроводе, на приводе конвейера, через него осуществляется подача воды к спринклерам, находящимся над приводом.

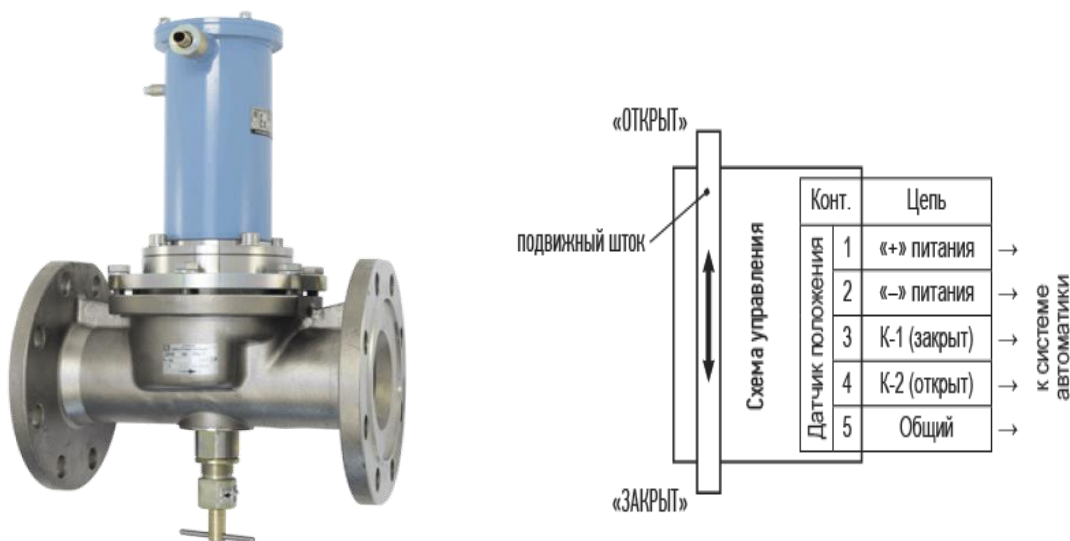


Рисунок 32. Исполнительный клапан СЕНС–ПР DN100 PN25–200С и схема управления. [19]

Управление осуществляется подачей напряжения 24в в соответствии с инструкцией по эксплуатации. При подаче напряжения клапан открывается и находится в открытом положении до пропажи напряжения, далее возвратной пружиной возвращается обратно в закрытое положение. Имеется также возможность ручного открытия, путем закручивания вентиля расположенного снизу клапана. Основные технические характеристики можно посмотреть в таблице 8.

Таблица 8. Технические характеристики клапана СЕНС–ПР DN100 PN25–200С [19]

диаметр (DN), мм	15-150
Номинальное давление (PN), кгс/см ²	25
Перепад давлений (ΔP) в прямом направлении, кгс/см ²	от 0 до 25
Герметичность затвора по ГОСТ Р 54808	класс «А»
Материал корпуса	сталь 10X18H9Л
Напряжение питания	24 В

Температура рабочей среды, °С	-50 +80
Маркировка взрывозащиты	1Ex d IIC T4 Gb X, Ex ГОСТ 32407-2013 (ISO/DIS 80079-36) IIC T6 Gb X;
Тип присоединения	фланцевое исп. F по ГОСТ 33259-2015
Кабельные вводы	D12, D18,с герметичным креплением

4.5 Соединения и кабельные линии

Для монтажа датчиков на шахте используется кабели 4/0.8 с экранированием, а также КАТ5, схема подключения шкафа пожарной сигнализации ЖК описана в приложении 4. Для связи с датчиком на хвосте КЛЗ необходимо использовать свободные жилы кабеля управления 17-18, согласно схеме подключения датчика РТ100 и преобразователя PR6331А в линию управления ленточного конвейера, которую можно видеть в приложении 4.

Питание шкафа ЖК осуществляется от сухого трансформатора ТСШВП, напряжение 690в подается экранированным кабелем МСМК 2*6, согласно нормам, принятым на шахте.

4.6 Конфигурация и настройки системы

4.6.1 Общий вид системы

Так как целью проекта является оптимизация и интеграция имеющихся систем, необходимо скомпоновать имеющееся и предлагаемое оборудование в соответствии с задачей, и схемами, указанными в приложении 8 и приложении 4. Кроме замены оборудования необходимо также создание новой программы управления для контроллера и панели управления.

4.6.2 Программирование PR 6331А

Программирование PR 6331А осуществляется с помощью программы PReset. Из предоставленной нам библиотеки Рисунок 33, мы выбираем нужный нам тип преобразователя.

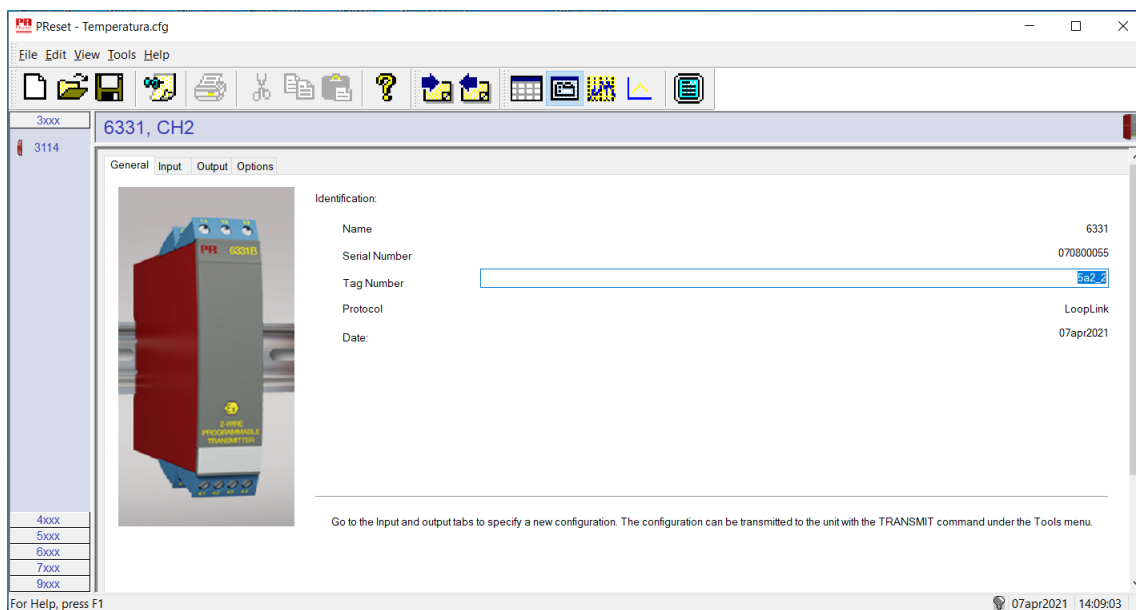


Рисунок 33. Выбор типа преобразователя (фото автора)

Указываем входные характеристики датчика температуры (Рисунок 34).

У нас рабочий диапазон от 0 до 100 °С.

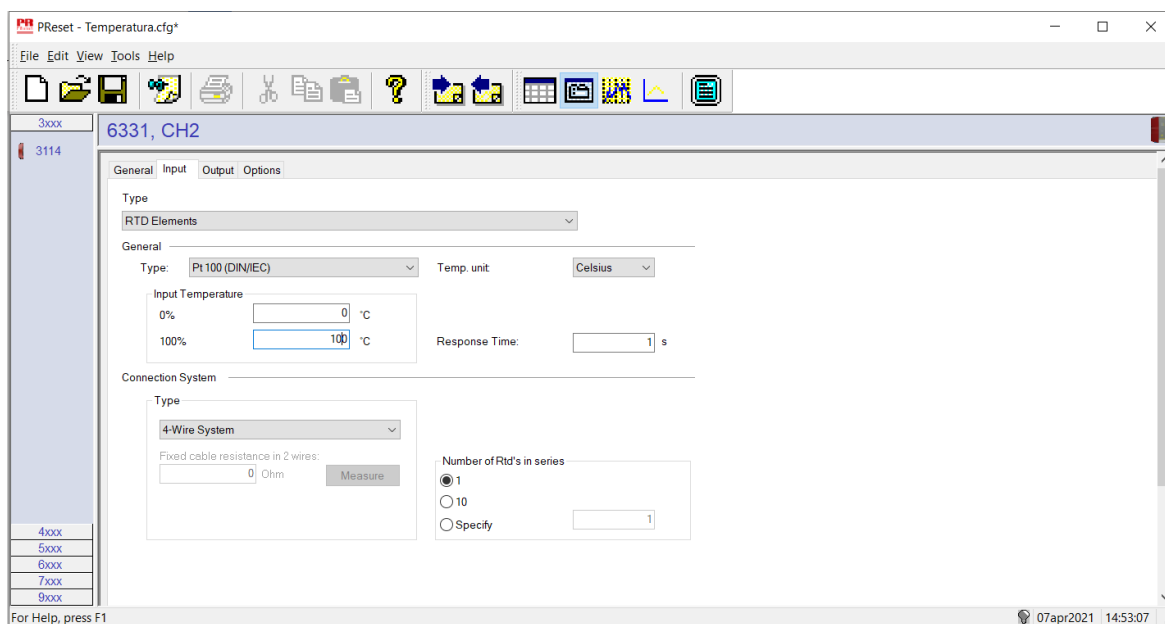
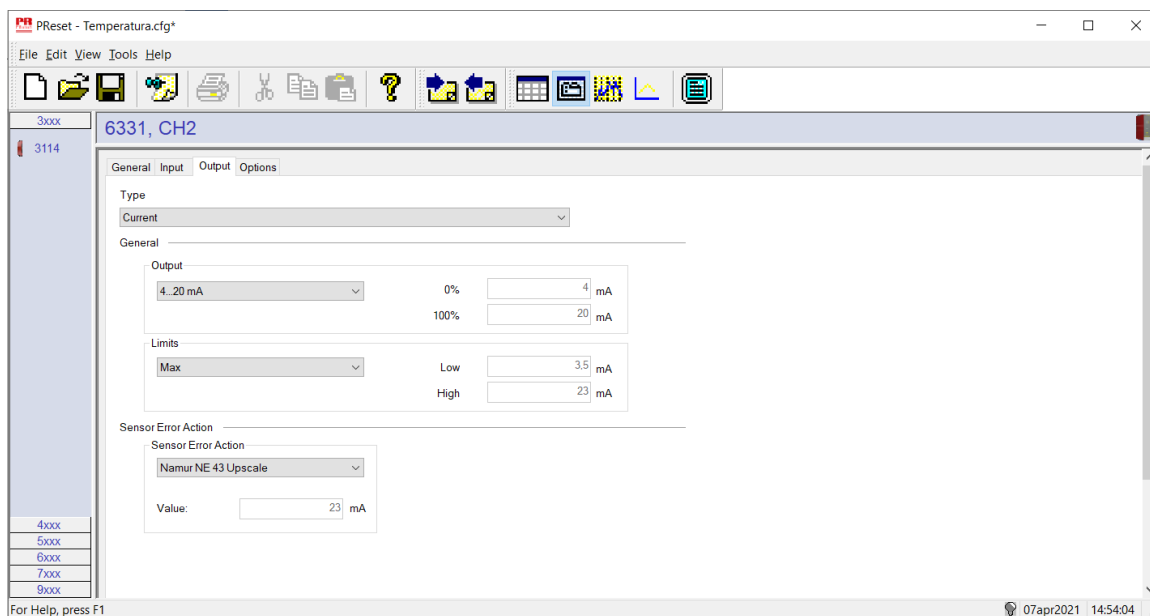


Рисунок 34. Указываем входные характеристики (фото автора)

Задаем выходные характеристики преобразователя 4-20 мА показано на Рисунке 35.



(Рисунок 35). Выходные характеристики. (фото автора)

И соответственно выходу 4-20 мА мы получаем 0-100 °С смотрим Рисунок 36. (фото автора)

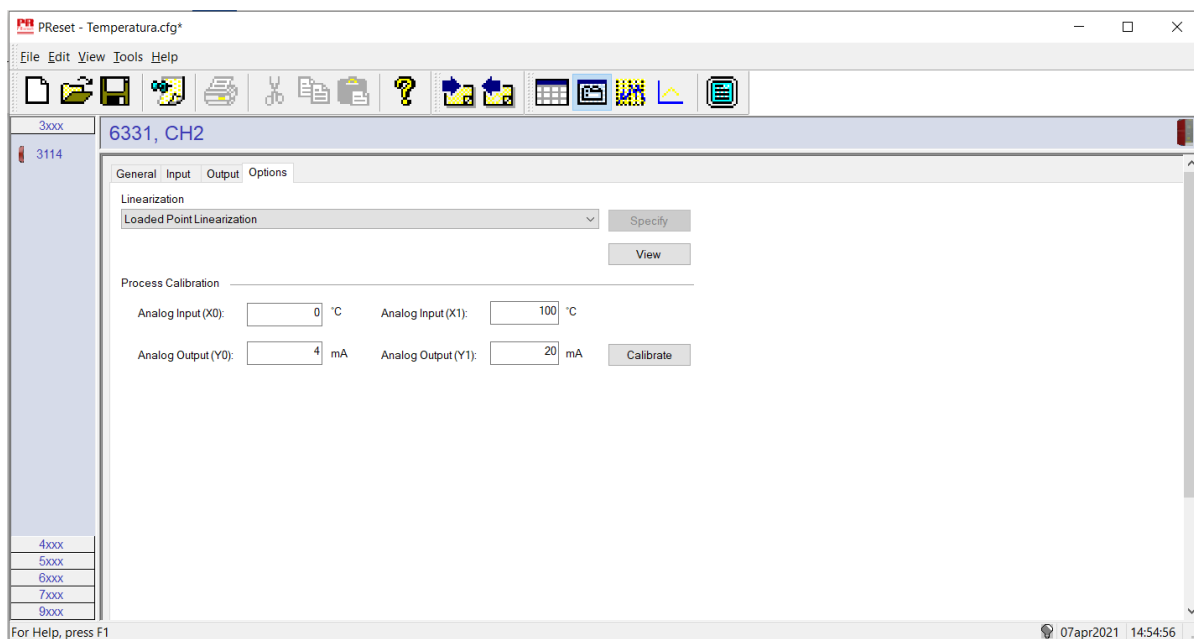


Рисунок 36 Получение данных. (фото автора)

Подключение преобразователя, при помощи программатора LoopLink 5909 изображено на Рисунке 37.

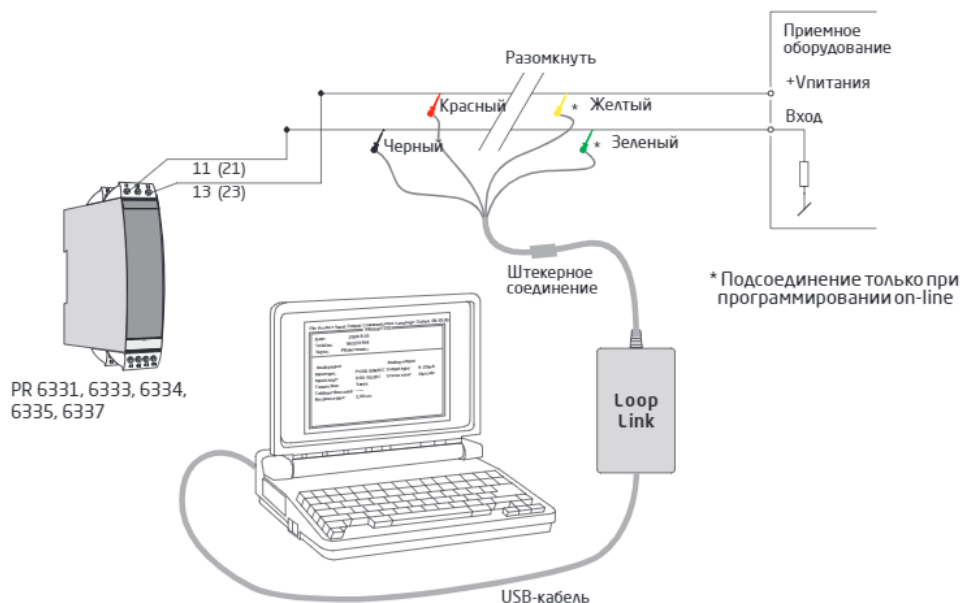


Рисунок 37. Программирование PR 6331A. [20]

4.6.3 Программирование контроллера

Программа управления пожарной системы была написана на базе контроллера Siemens S7-1200, в инновационной среде разработки комплексных проектов автоматизации TIA Portal, на языке релейной логики (LAD) в сотрудничестве с представителем заказчика и инженера из отдела автоматике.

Основная программа управления пожаротушения прописана в основном цикличном программном блоке Main.

Каждый входной аналоговый датчик (в нашем случае 4-20 мА) контроллер видит как:

- 4 мА – 5530
- 20 мА – 27648

Для восприятия входной температуры окружающей среды, давления воды в системе, СО поблизости, направление ветра и его скорости, нужно преобразовать 5530 – 27648 в реальные величины.

Переведем 5530 – 27648 в 4-20 мА.

Для того, чтоб не прописывать каждый датчик в мА (формула будет одинаковой), показано на Рисунке 38 создаем общий функциональный блок преобразования входной величины в мА по формуле:

$$F(x) = I_n / 1382,4$$

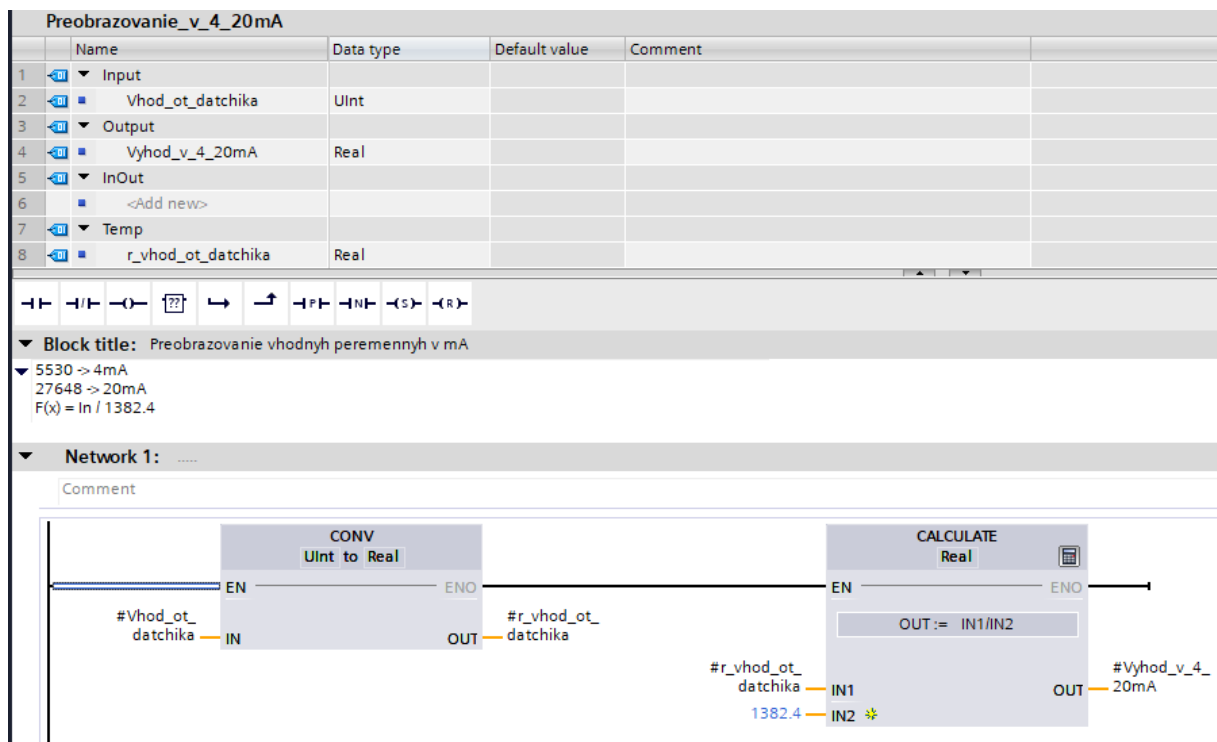


Рисунок 38. Функциональный блок преобразования входной величины в mA. (фото автора).

Из-за того, что все аналоговые входы изначально указаны как UInt, а в получившейся формуле преобразования используются цифры с запятой, то для начала входную величину конвертируем в Real. Далее уже сконвертированную входную величину делим на 1382,4.

Следующий шаг представлен на Рисунке 39 в основном программном блоке Main и используем этот функциональный блок для преобразования всех входных величин:

Main			
	Name	Data type	Default value
1	▼ Input		
2	Initial_Call	Bool	
3	Remanence	Bool	
4	▼ Temp		
5	T1_mA	Real	
6	T2_mA	Real	
7	T3_mA	Real	
8	Davlenie_mA	Real	
9	CO_mA	Real	
10	Skorostj_mA	Real	
11	Napravlenie_mA	Real	
12	Zapusk_otkr_klapana_M	Bool	
13	Otkl_klapan_M	Bool	
14	<Add new>		
15	▼ Constant		
16	<Add new>		

Рисунок 39. Таги для основного циклического программного блока Main. (фото автора)

Преобразовываем входные величины:

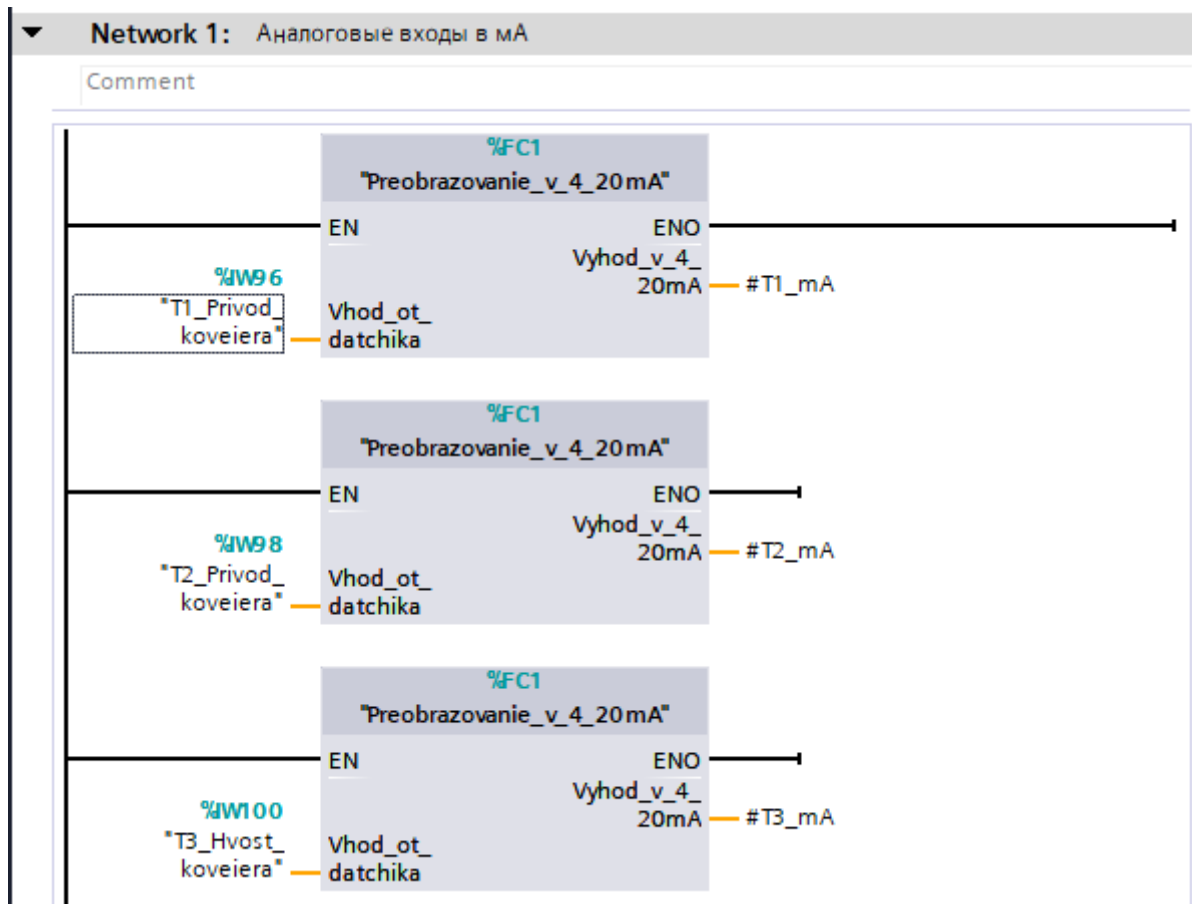


Рисунок 40. Преобразовываем аналоговые входы (фото автора)

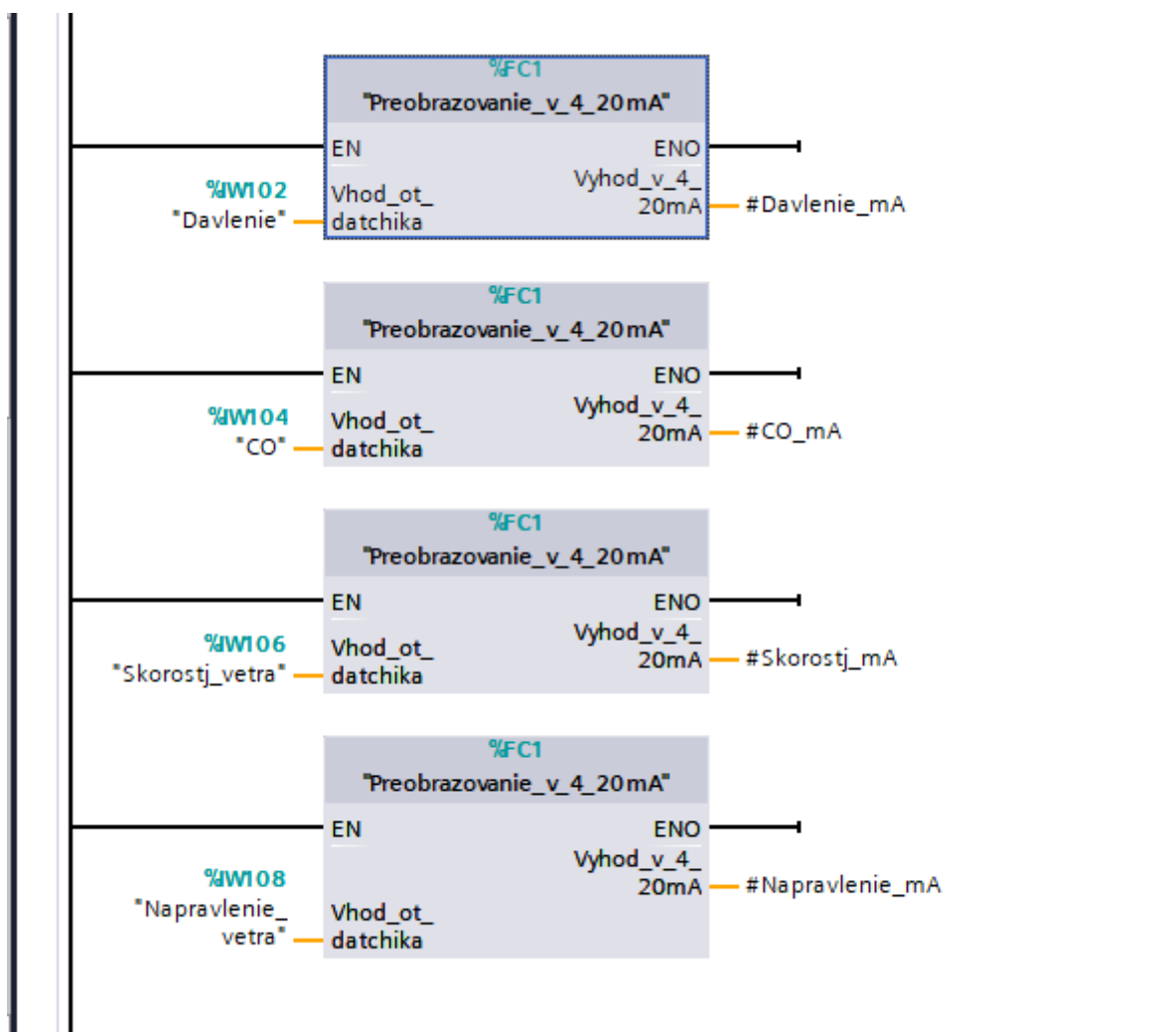


Рисунок 41. (фото автора)

Теперь нам нужно mA преобразовать в реальную величину.

Температурный датчик

Из-за того, что у нас несколько датчиков температуры, создадим общий функциональный блок для них как показано на Рисунке 42:

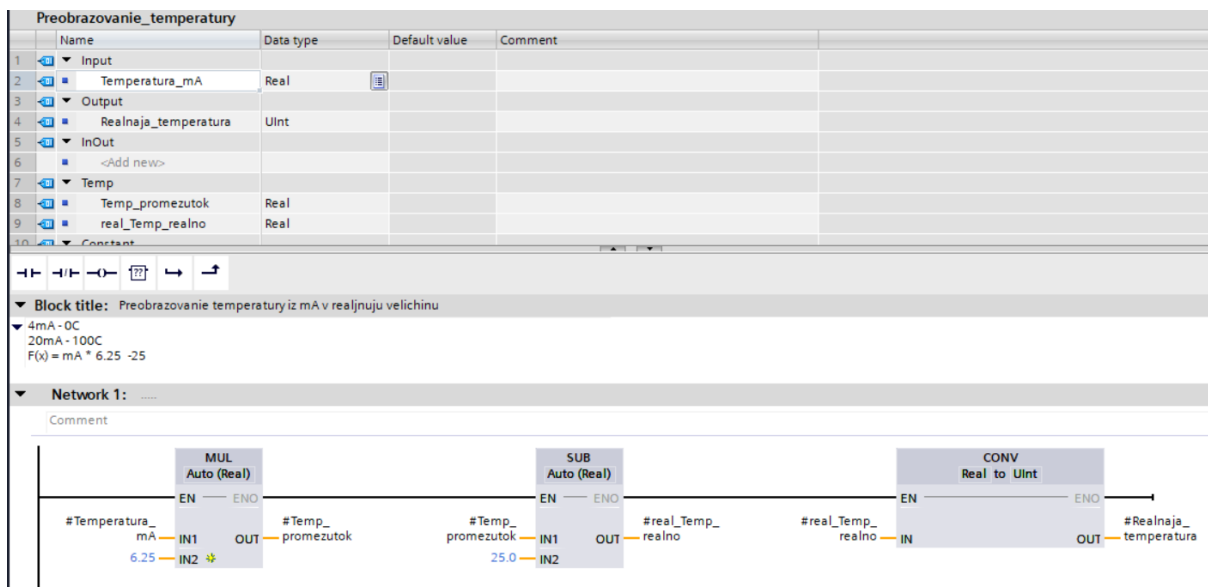


Рисунок 42. Преобразования температуры (фото автора)

Т.к. 4 мА – 0 °С, а 20 мА – 100 °С, рассчитываем формулу реальной температуры:

$$F(x) = \text{mA} * 62,5 - 25$$

И затем конвертируем полученное значение в целое число.

То же самое сделаем и для остальных датчиков, хоть их и по одному. Это удобно, если в систему будут добавлены подобные датчики и для их прописывания достаточно будет уже готового блока.

На Рисунке 43 видим преобразование в блок датчиков давления

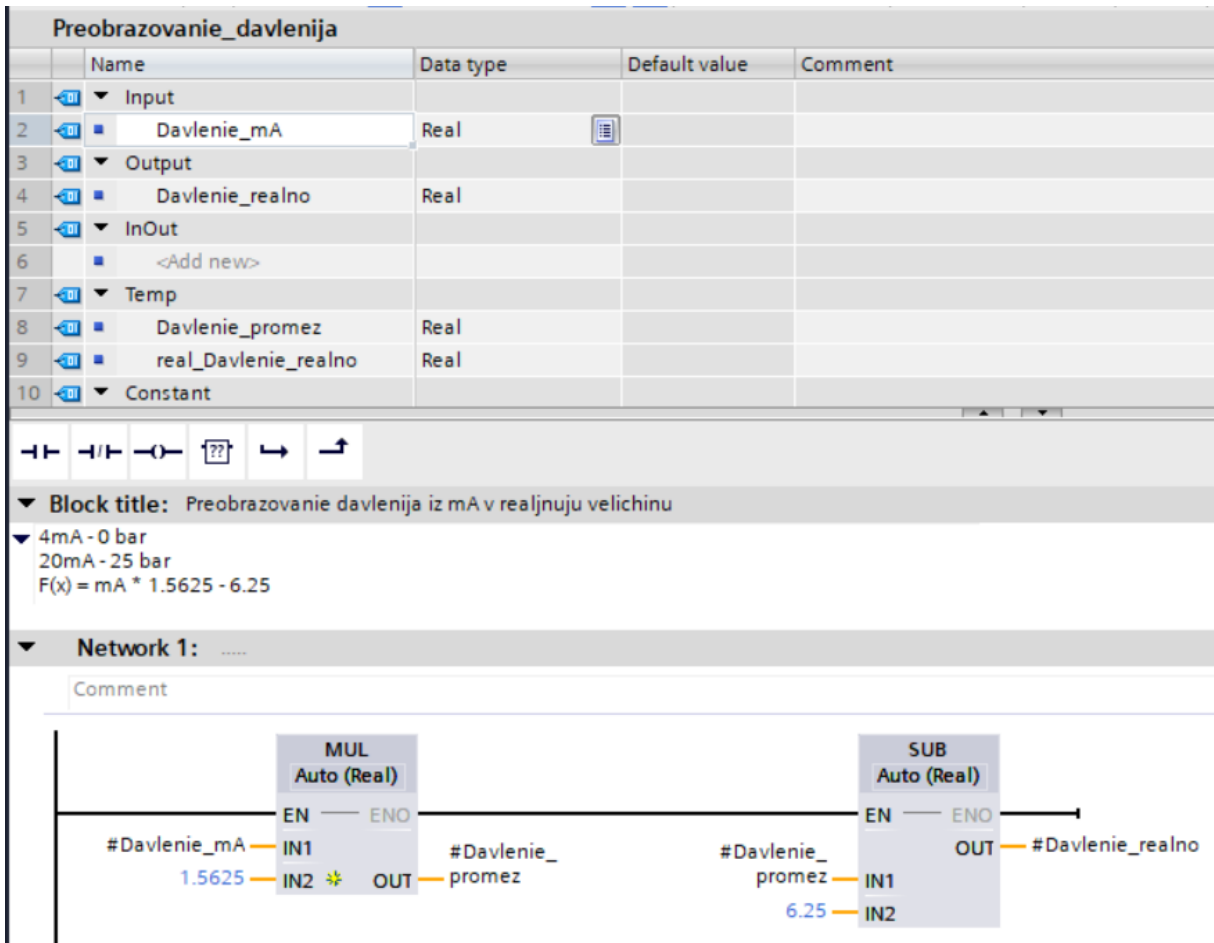


Рисунок 43. Преобразования давления (фото автора)

У датчика давления шкала от 0 до 25 bar. Рассчитываем формулу:

$$F(x) = mA * 1,5625 - 6,25$$

На Рисунке 44 видим преобразование значений датчика CO

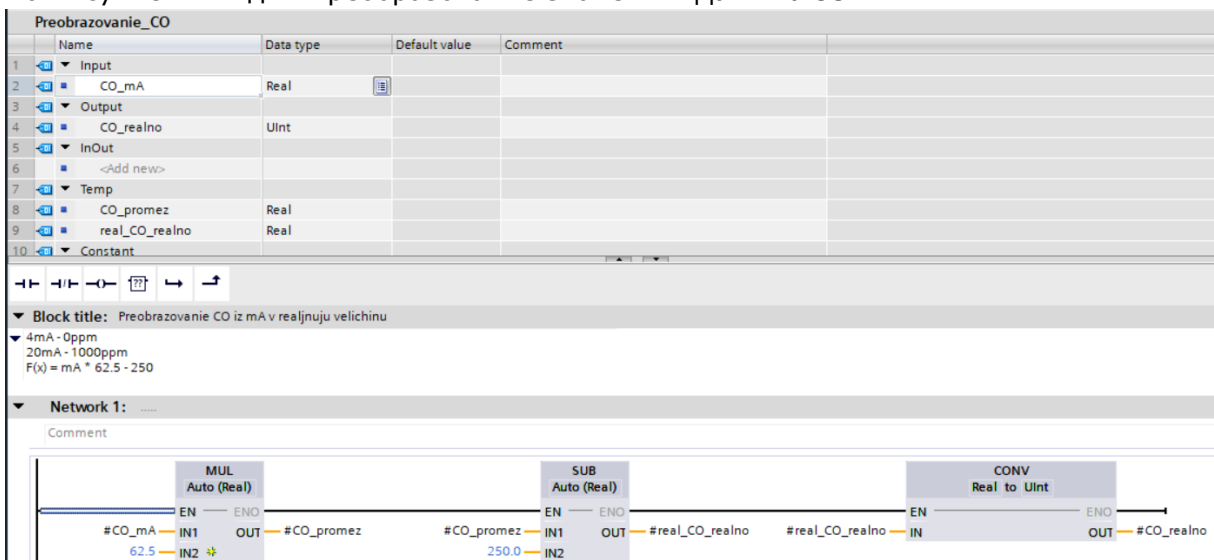


Рисунок 44. Преобразование значений датчика CO. (фото автора)

У датчика CO шкала от 0 до 1000ppm.

$$F(x) = mA * 62,5 - 250$$

На Рисунке 45 видим преобразование датчика скорости ветра

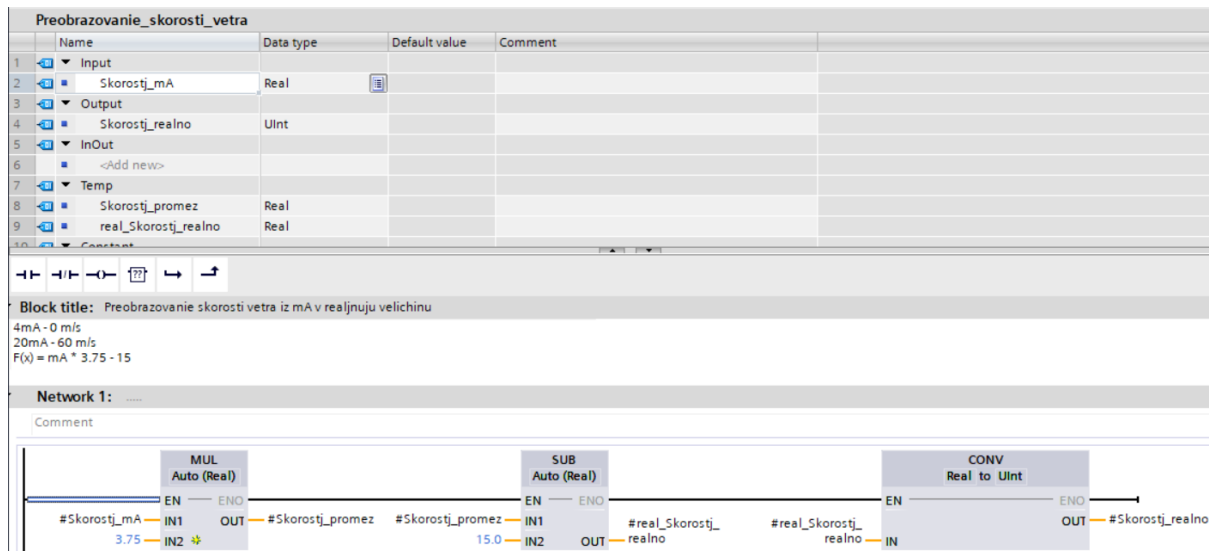


Рисунок 45. Преобразование скорости ветра (фото автора)

Пределы датчика скорости от 0 до 60 м/с.

$$F(x) = mA * 3,75 - 15$$

На Рисунке 46 видим преобразование датчик направления ветра

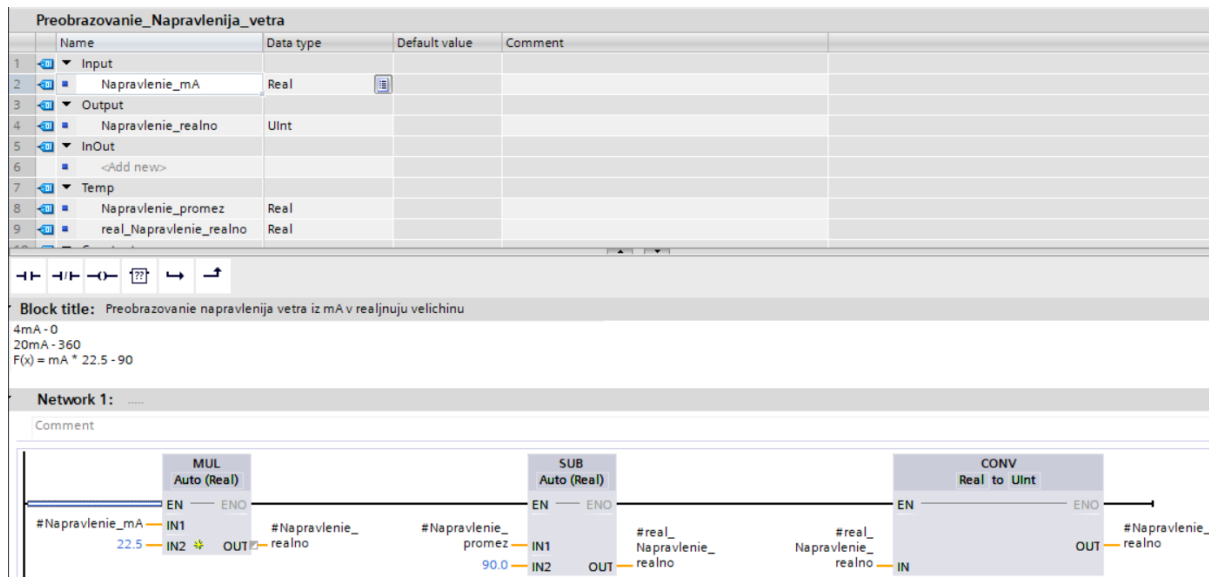


Рисунок 46. Преобразование направление ветра (фото автора)

Пределы датчика скорости от 0 до 360°.

$$F(x) = mA * 22,5 - 90$$

Теперь применяем эти функциональные блоки в основном программном блоке Main для отображения реальной величины выходов датчиков, это представлено на Рисунке 47

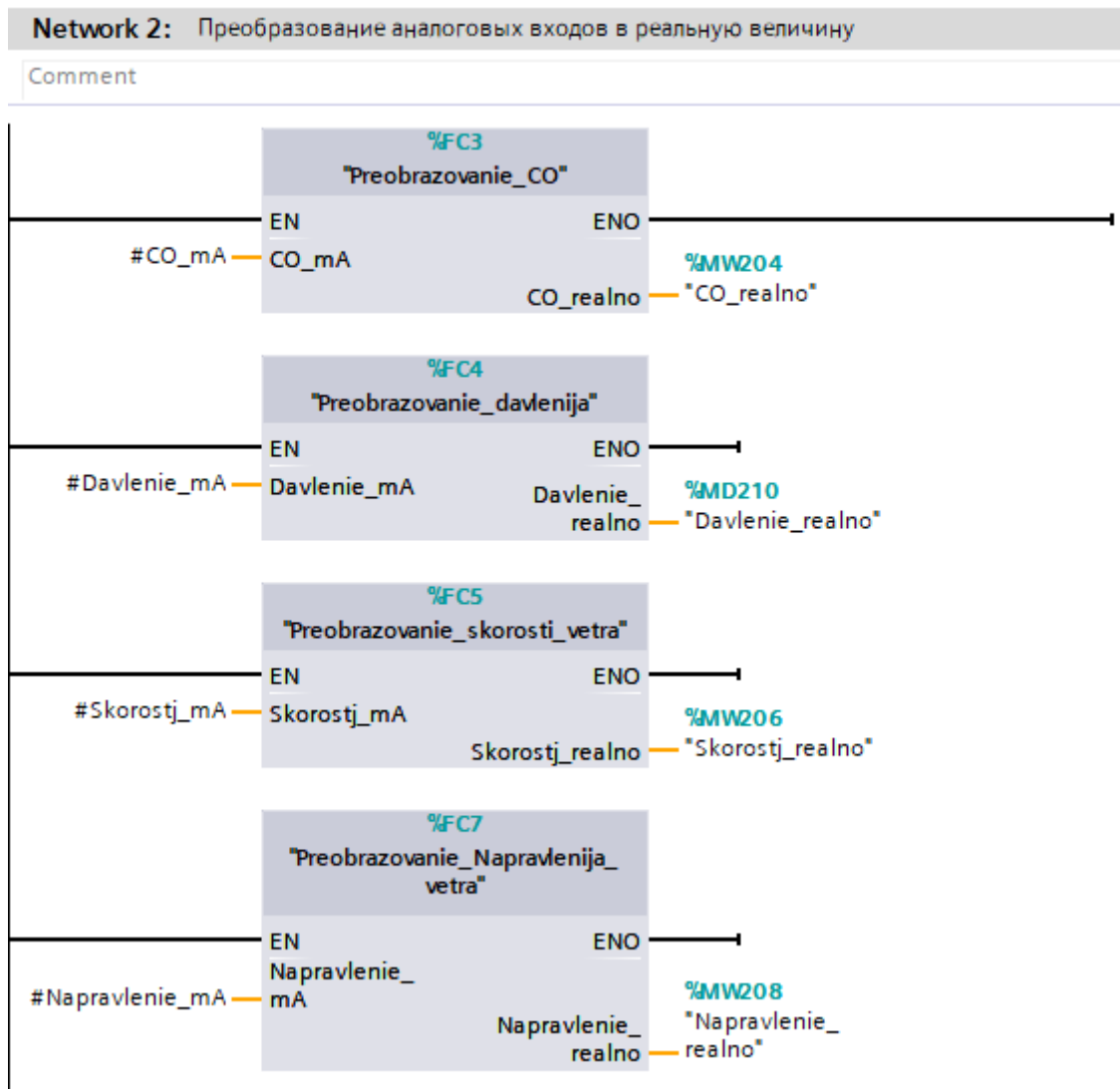


Рисунок 47. Преобразование аналоговых входов в реальную величину (фото автора)

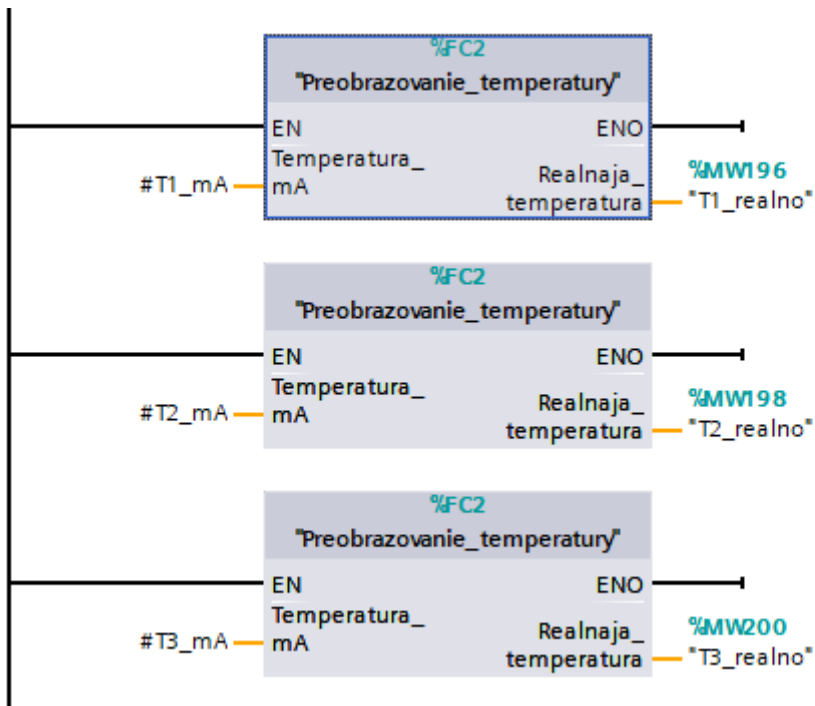


Рисунок 48 Преобразование аналоговых входов в реальную величину (фото автора)

Автоматика пожаротушения

При повышении одной из температур до заданной, включается звуковая и световая сигнализация (предупреждение). Происходить блокировка конвейера показана на Рисунке 49.

Network 3: При повышении температуры

Comment

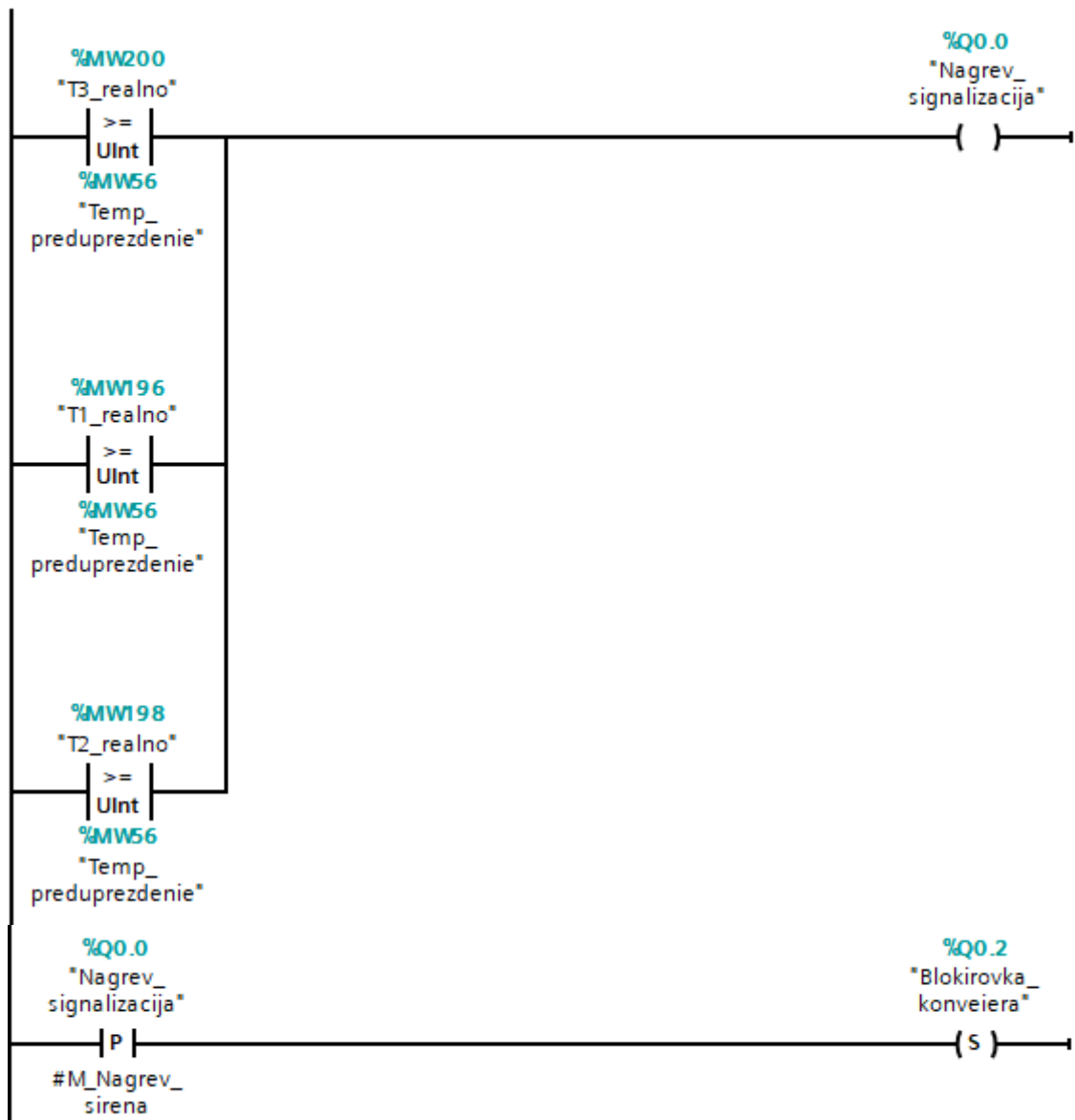


Рисунок 49. Блокировка конвейера (фото автора)

Как только включается по нагреву сигнализация, срабатывает блокировка конвейера (конвейер останавливается).

Если температура на приводе доходит до второго заданного значения:

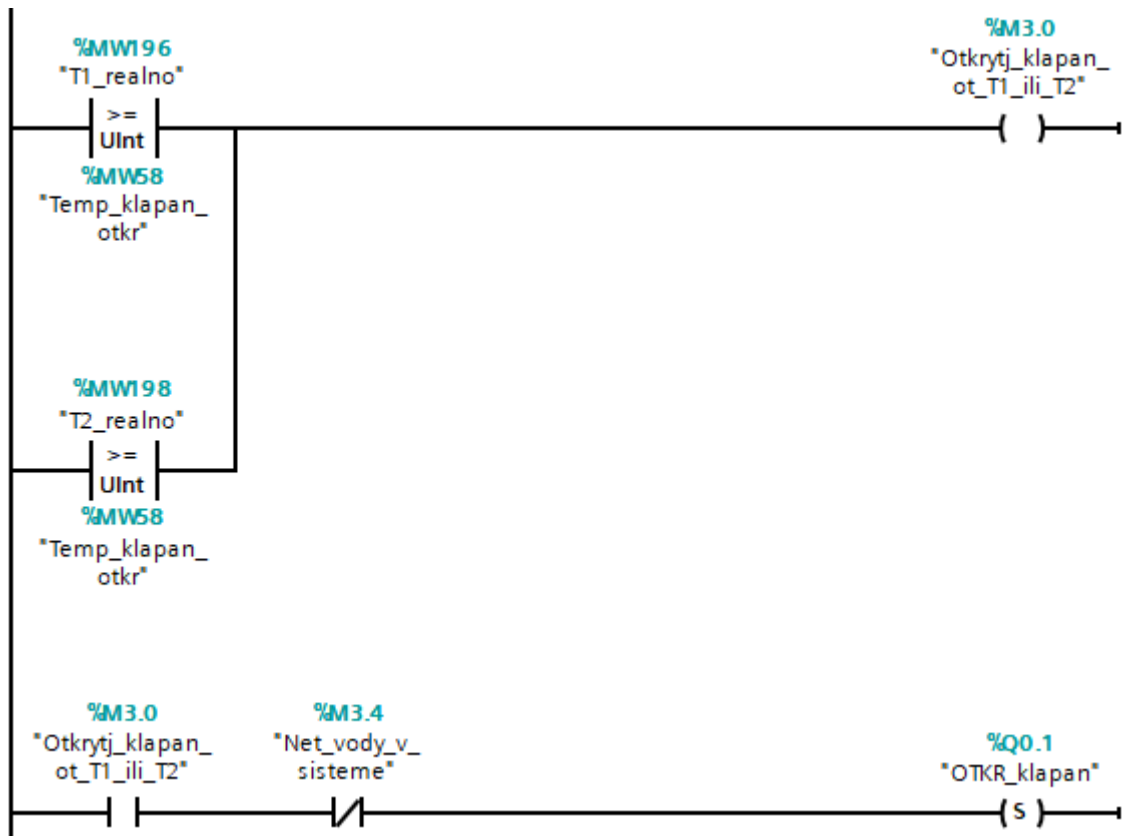


Рисунок 50. Открытие клапана (фото автора)

то при наличии в системе воды, клапан откроется для орошения участка с повышенной температурой, как показано на Рисунке 50.

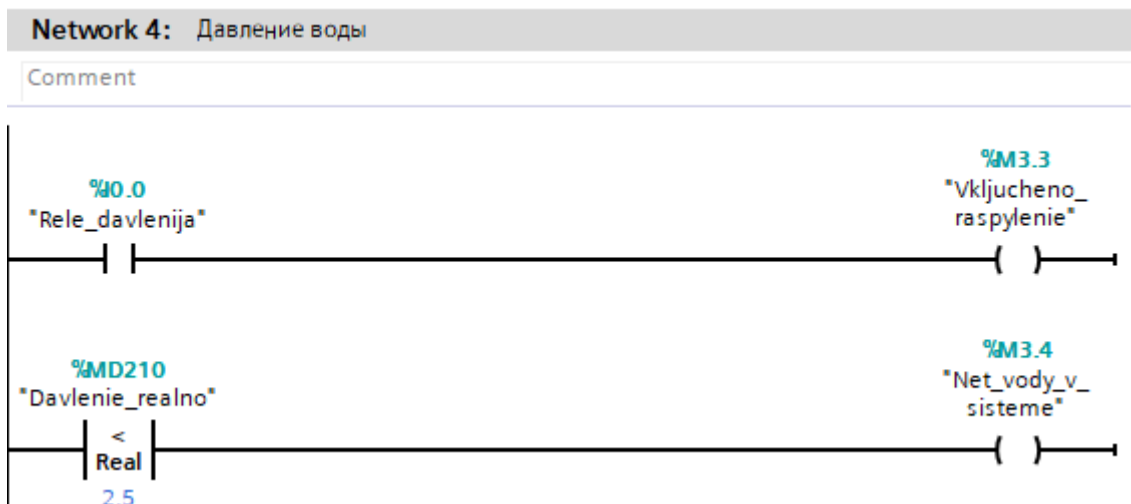


Рисунок 51. Давление воды (фото автора)

Когда температура придет в норму (на 2 °С ниже, чем температура включения сигнализации), то клапан закроется, будет работа датчиков на тревогу рисунок 52.

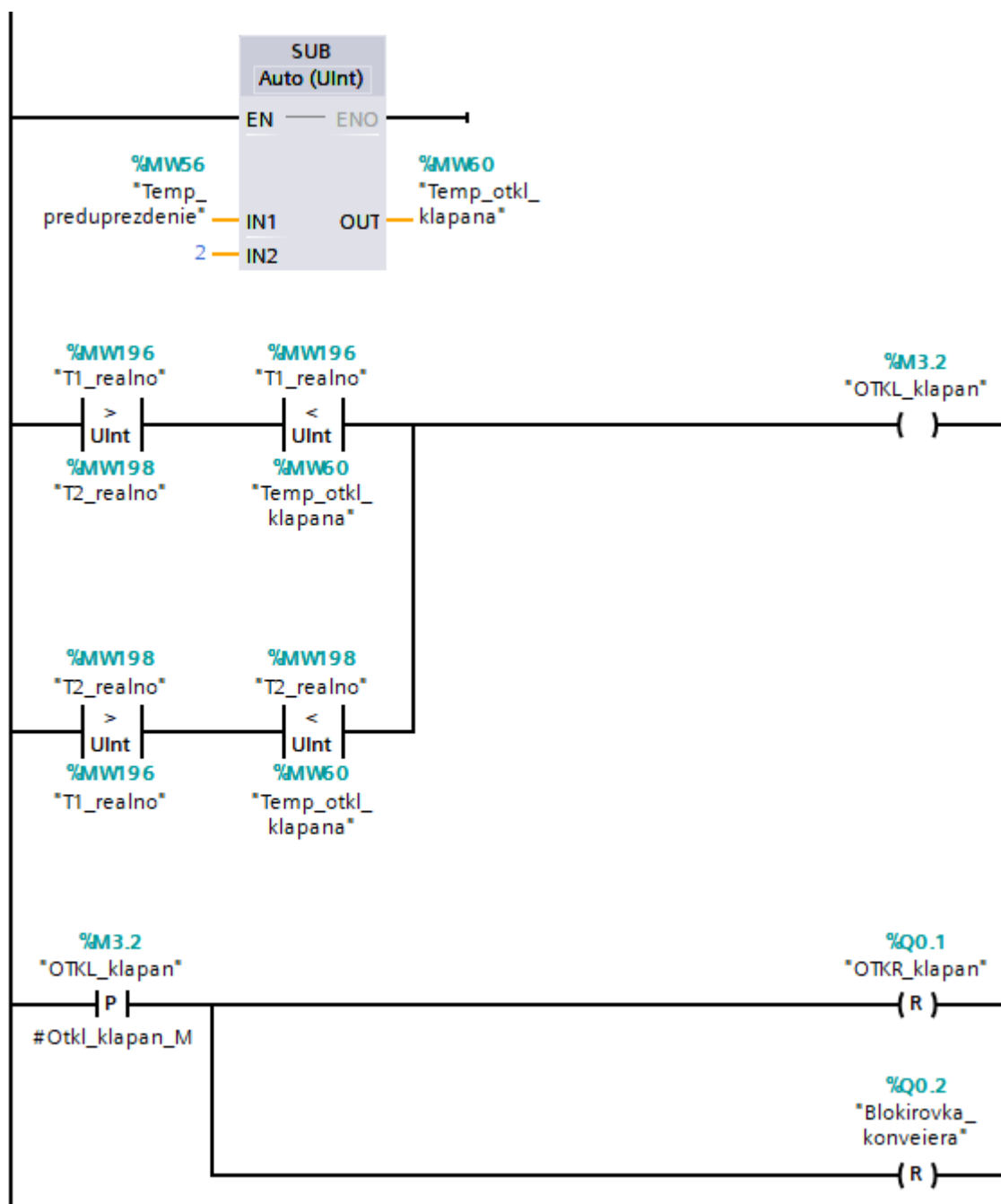


Рисунок 52. Работа датчиков на тревогу (фото автора)

Если на датчике T1 температура выше, чем на T2, то клапан закроется по датчику T1. Если на датчике T2 температура выше, чем на T1, то клапан закроется по датчику T2. Когда температура в норме, блокировка конвейера снимается.

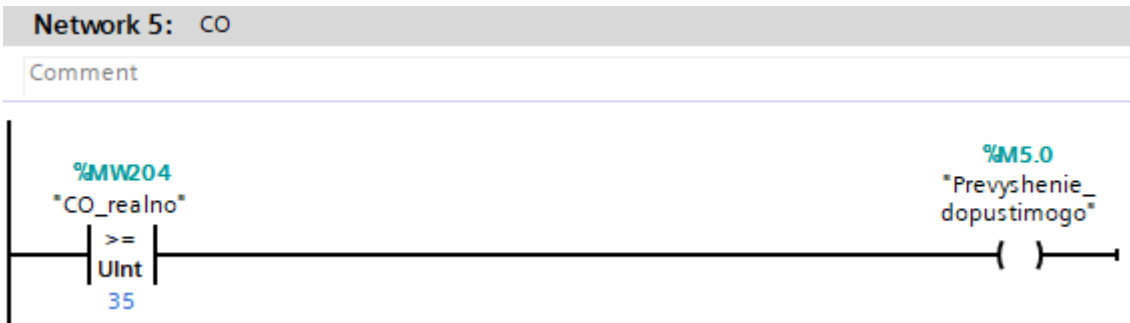


Рисунок 53. Работа датчиков на тревогу (фото автора)

Датчики: CO, направление и скорость ветра служат для визуализации полной картины. Если в зоне датчика CO образуется угарный газ, то уже при 35 ppm на SCADA появляется тревога предупреждения об опасности, показано на Рисунке 55.

Для определения исправности датчиков сверяем реальную величину (датчики 4-20 мА не могут выдавать значение меньше, чем 4).

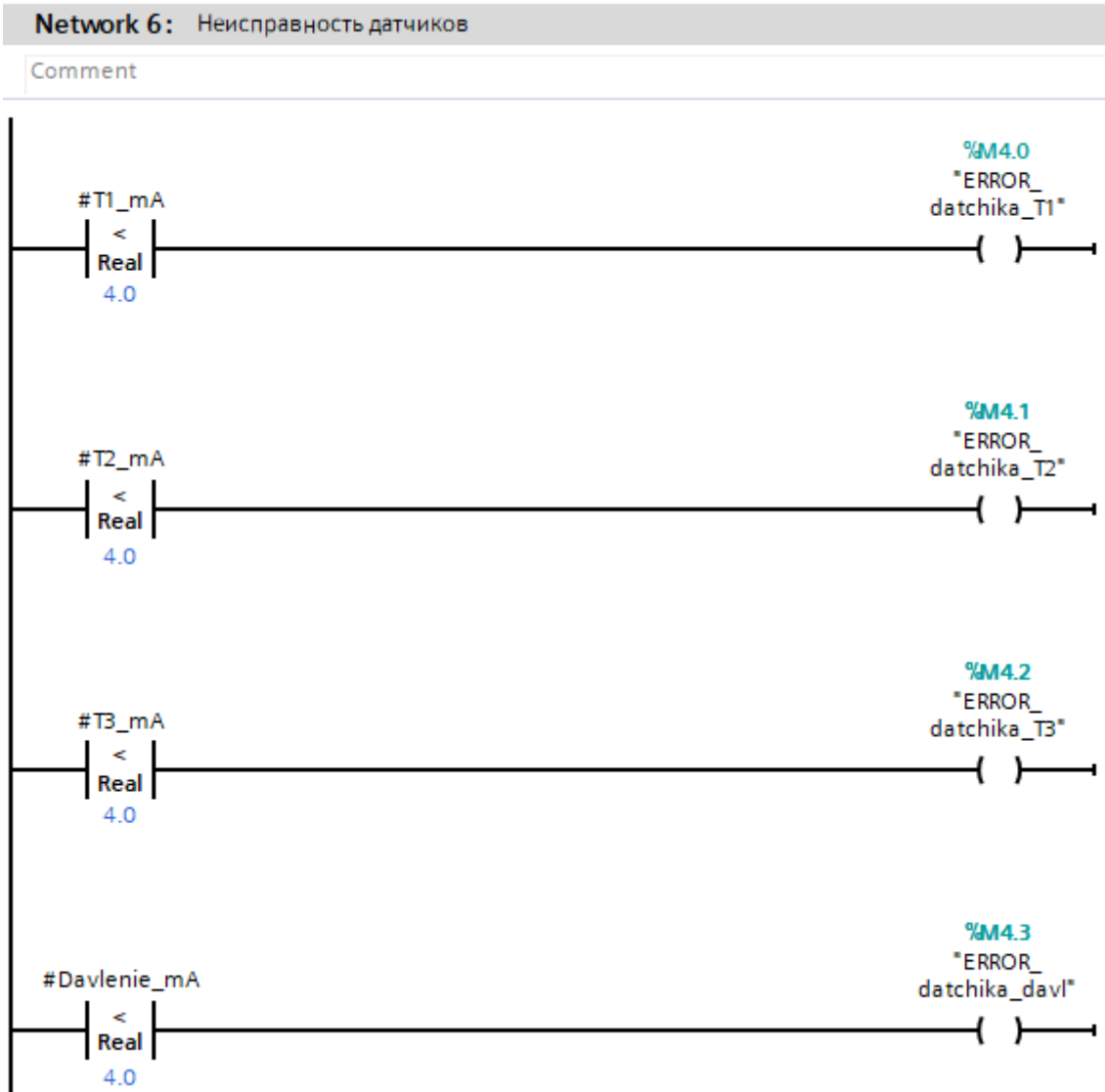


Рисунок 54.

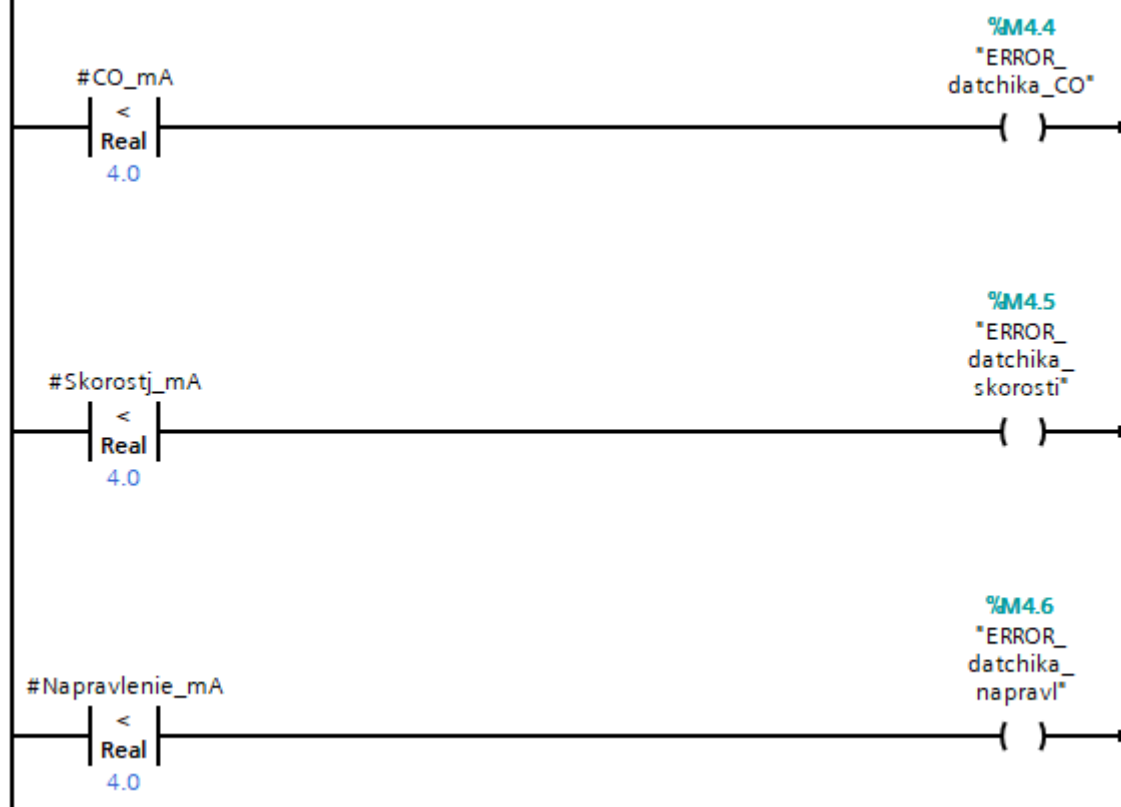


Рисунок 55. Неисправность датчиков (фото автора)

Список тэгов участвующих в программе отображены на Рисунке 56.

T1_Privod_koveiera	Default tag table	UInt	%IW96
T2_Privod_koveiera	Default tag table	UInt	%IW98
T3_Hvost_koveiera	Default tag table	UInt	%IW100
Davlenie	Default tag table	UInt	%IW102
CO	Default tag table	UInt	%IW104
Skorostj_vetra	Default tag table	UInt	%IW106
Napravlenie_vetra	Default tag table	UInt	%IW108
T1_realno	Default tag table	UInt	%MW196
T2_realno	Default tag table	UInt	%MW198
T3_realno	Default tag table	UInt	%MW200
Davlenie_realno	Default tag table	Real	%MD210
CO_realno	Default tag table	UInt	%MW204
Skorostj_realno	Default tag table	UInt	%MW206
Napravlenie_realno	Default tag table	UInt	%MW208
OTKL_klapan	Default tag table	Bool	%M3.2
Temp_preduprezdenie	Default tag table	UInt	%MW56
Otkrytj_klapan_ot_T1_ili_T2	Default tag table	Bool	%M3.0
Nagrev_signalizacija	Default tag table	Bool	%Q0.0
Temp_klapan_otkr	Default tag table	UInt	%MW58
OTKR_klapan	Default tag table	Bool	%Q0.1
T3_klapan_zakr	Default tag table	UInt	%MW64
Blokirovka_konveiera	Default tag table	Bool	%Q0.2
Temp_otkl_klapana	Default tag table	UInt	%MW60
Rele_davlenija	Default tag table	Bool	%I0.0
Vkljucheno_raspjylenie	Default tag table	Bool	%M3.3
Net_vody_v_sisteme	Default tag table	Bool	%M3.4
ERROR_datchika_CO	Default tag table	Bool	%M4.4
ERROR_datchika_T1	Default tag table	Bool	%M4.0
ERROR_datchika_T2	Default tag table	Bool	%M4.1
ERROR_datchika_T3	Default tag table	Bool	%M4.2
ERROR_datchika_davl	Default tag table	Bool	%M4.3
ERROR_datchika_skorosti	Default tag table	Bool	%M4.5
ERROR_datchika_napravl	Default tag table	Bool	%M4.6
Prevysenie_dopustimogo	Default tag table	Bool	%M5.0

Рисунок 56. Список тэгов (фото автора)

4.6.4 Программирование панели управления

Панель управления пожарной системы сигнализации конвейера на камерном блоке
Для того, чтоб увидеть в реальном времени что происходит на самом деле в пожарной системе, добавляем в проект панель, куда выводим тэги всех датчиков.

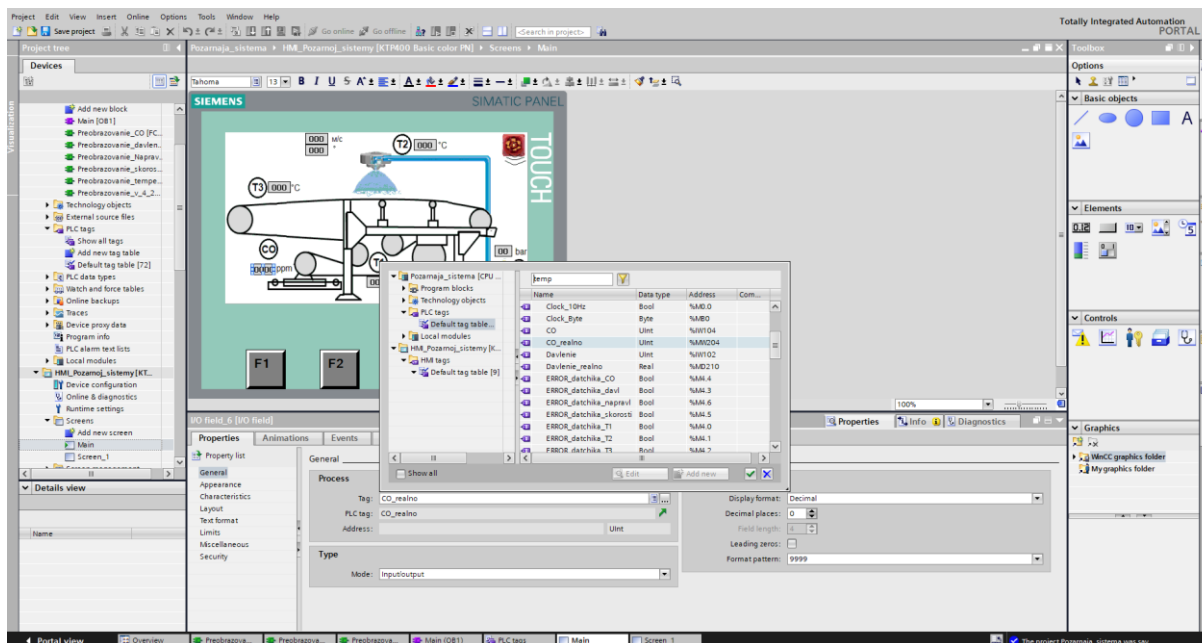


Рисунок 57. Панель управления пожарной системой (фото автора)

Рабочее состояние системы, когда показания датчиков в норме, клапан перекрыт, орошение отключено, сирена молчит, конвейер разблокирован, это представлено на рисунке 58.

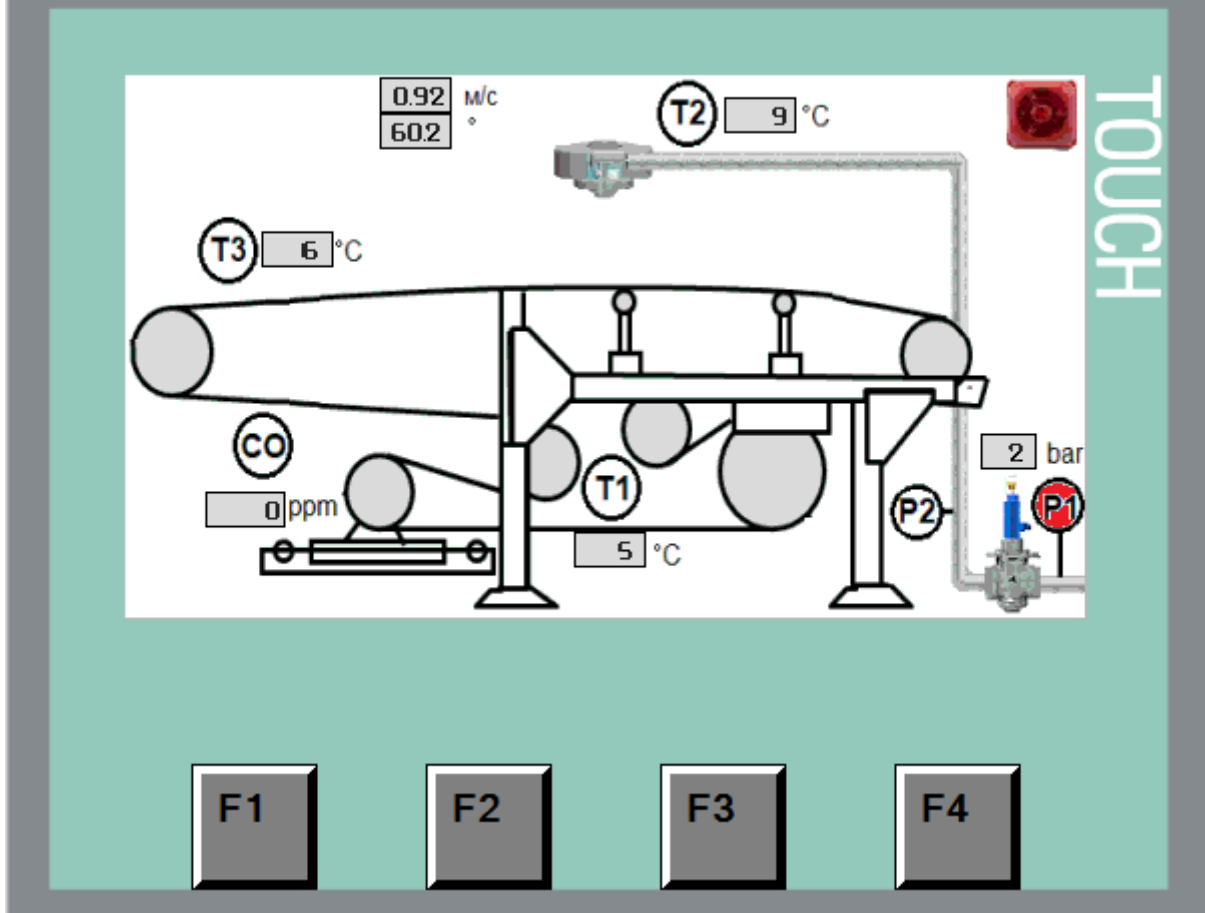


Рисунок 58. Рабочее состояние системы (фото автора)

Как только температура начинает расти и превышает заданные пределы, включается сирена, блокируется конвейер и включается орошение, система уходит в аварийное состояние как показано на Рисунке 59.

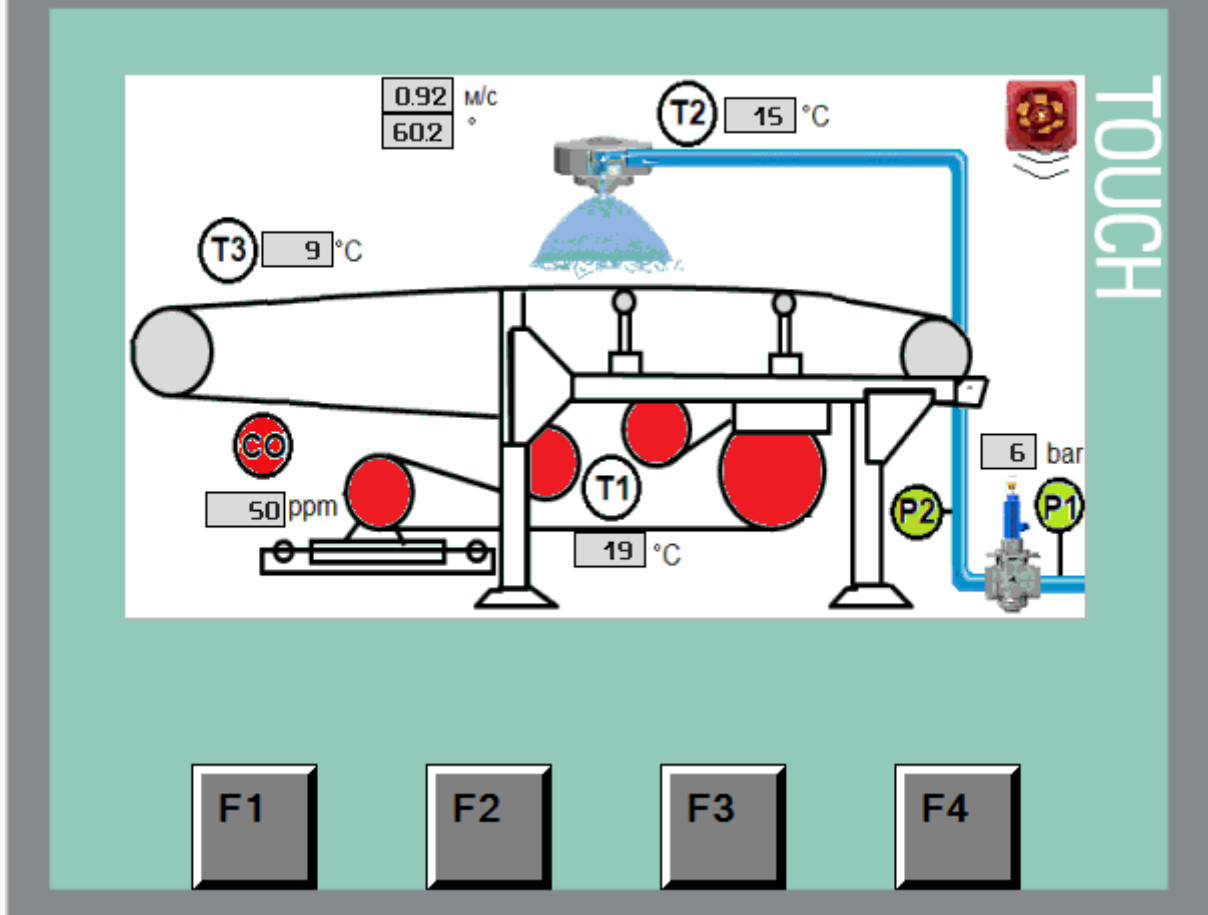


Рисунок 59. Аварийное состояние системы, включение орошения КЛЗ (фото автора)

Пределы срабатывания орошения и сигнализации по температуре можно изменить, нажав на панели кнопку «F1», и ввести данные необходимые для конкретного узла, продемонстрированно на Рисунке 60.

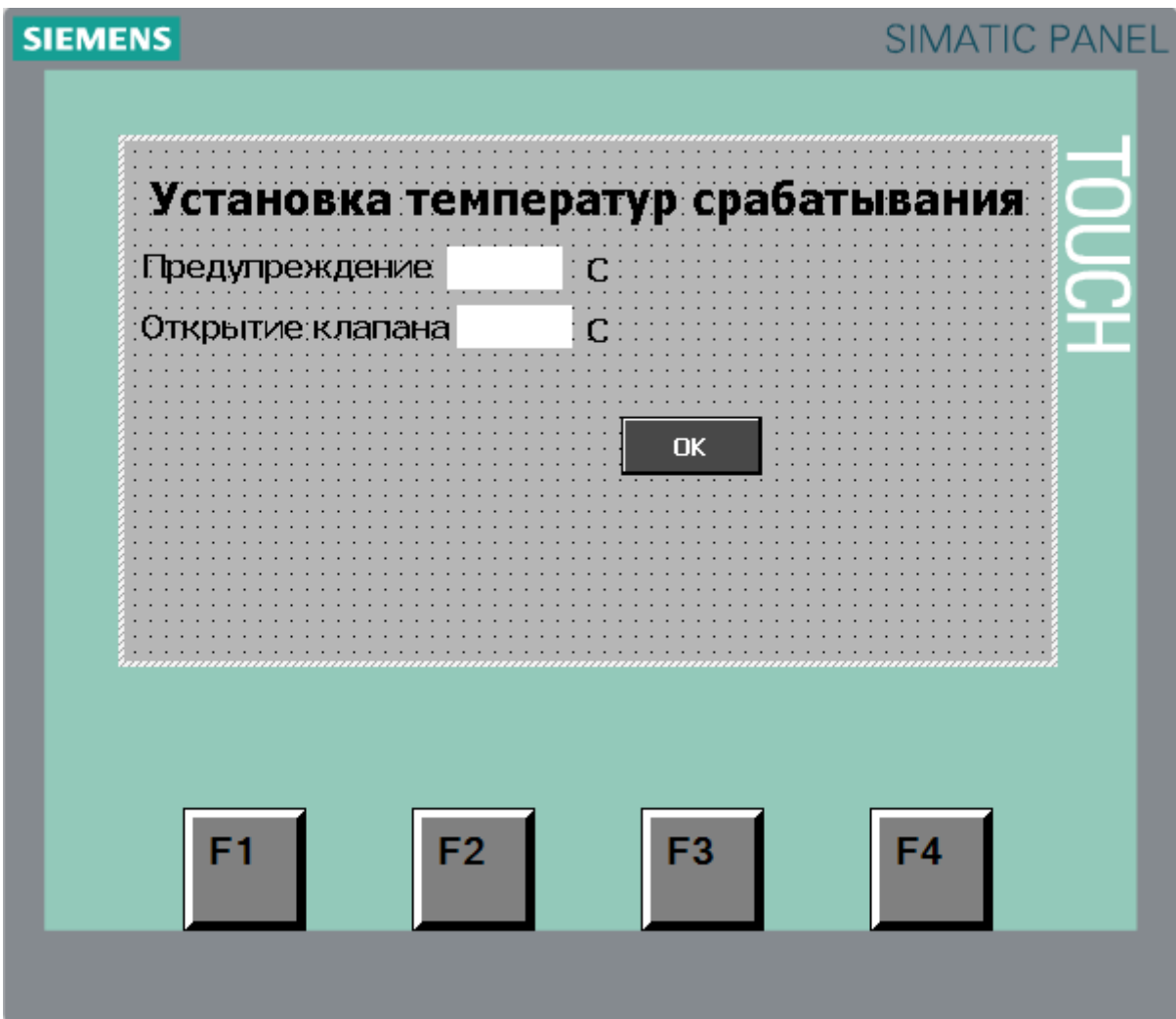


Рисунок 60. Изменение температуры (фото автора)

Программа проверена на работоспособность и в дальнейшем может внедряться в имеющуюся SCADA системы пожарной сигнализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения настоящей работы были представлены возможности модернизации системы пожарной сигнализации, конвейера камерного блока шахты Эстония. Главной целью работы было создание проекта модернизации при поставленных условиях заказчика.

Для достижения цели дипломной работы были решены задачи:

1. Изучена возможность использования имеющегося оборудования или его доработка;
2. Изучена теоретическая возможность построения системы;
3. Изучена возможность применения различных приборов и их пригодность к использованию в проекте;
4. Предложен вариант модернизации и оптимизации системы пожарной сигнализации;
5. Составлены общие и принципиальные схемы проекта;
6. Составлено описание применения и настроек отдельных приборов и программного обеспечения;
7. Составлена программа управления автоматической системы сигнализации и пожаротушения

Данная работа может быть использована заказчиком для модернизации системы сигнализации и пожаротушения для повышения безопасности рабочей среды шахты.

Используемая литература

1. Датчик PT100 [WWW] <https://www.epicsensors.com/ru/chastye-voprosy/kak-rabotaet-datchik-pt100/>
2. Датчики давления [WWW] <https://crewtraffic.com/posts/12113-untitled.html>
3. Анемометр [WWW] <https://pdf.standartgost.ru/catalog/Data2/1/4293815/4293815489.pdf>
4. Evikon 2606 [WWW] https://www.evikon.ee/pdf/evikon/E2606E-CO_DS_EN.pdf
5. RS PRO Type PT 100 [WWW] <https://uk.rs-online.com/web/p/thermocouples/6118264/>
6. Temperature Sensors [WWW] https://www.epicsensors.com/fileadmin/user_upload/PDF/catalogues/EN-cat/SKS-sensors-en-2015.pdf
7. Как работает датчик Pt100 [WWW] <https://www.epicsensors.com/ru/chastye-voprosy/kak-rabotaet-datchik-pt100/>
8. Ультразвуковой датчик [WWW] <https://vaisala.nt-rt.ru/images/manuals/WMT52.pdf>
9. Nokeval 7470 [WWW] <https://nokeval.com/wp-content/uploads/2019/04/7470-datasheet-211004.pdf>
10. PSP датчик давления [WWW] <https://www.sakt.ee/ru/datchiki-davleniya/7795-ppsp-datchik-davleniya-016bar-10-30dc-4-20ma-g-2000000003481.html>
11. Датчик давления MCS11 [WWW] https://tasheet.eaton.com/datasheet.php?model=088527&locale=ru_RU
12. Siemens S7-1200 [WWW] <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1200.htm>
13. Коммутатор MOXA [WWW] EDS-505A-SS-SC https://moxa.ru/shop/ethernet/managed/fast_ethernet/eds_500a/eds-505a/eds-505a-ss-sc/
14. Уровни АСУ ТП [WWW] http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/9_.html
15. Модуль расширения [WWW] <https://www.siemens-pro.ru/s7-1200/6ES7231-4HF32-0XB0.html>
16. Преобразователь 6331 [WWW] https://www.prelectronics.com/filearkiv/PDF/6300%20series/6331/Manual/Arkiv/6331V105_RU.pdf
17. 6331A [WWW] <https://www.interautomatika.eu/rus/6331a-2-provodnoj-programmirujemyj-peredatchik.html>
18. Панель [WWW] https://www.siemens-pro.ru/hmi/hmi_basic_1/6AV6647-0AK11-3AX0.html
19. Клапан [WWW] <https://www.nppsensur.ru/product/337/downloads>

20. Loop Link USB-интерфейс обмена данными 5909V102-RU От серийного [WWW]

<https://docplayer.ru/45274445-Loop-link-usb-interfeys-obmena-dannymi-5909v102-ru-ot-seriynogo.html>

KOKKUVÕTE

Teema: Tuletõrje moderniseerimise projekt „Estonia“ kaevanduses

Selle projekti elluviimine laiendab automaatse tulekustutus- ja häiresüsteemi seireala ning suurendab seadmete töökindlust, infosisu ja funktsionaalsust, kuna selle töö eesmärk on kõrvaldada tüüpilised puudused tulekahjuhäire projekt kambriseadme konveieril ning tulekustutus- ja häiresüsteemi optimeerimine konveieri ohutuks tööks. Antud töö teostamise käigus olid välja toodud Estonia kaevanduse kamberploki konveieri tulevalvesignalisatsiooni moderniseerimise võimalused. Peamiseks töö eesmärgiks oli moderniseerimise projekti loomine tuginedes tellijapoolsetele tingimustele. Diplomitöös püstitatud eesmärgi saavutamiseks olid lahendatud järgmised probleemid.

1. Uuritud olemasoleva seadmestiku kasutamise võimalust või selle arendamise vajadust.
2. Uuritud süsteemi loomise teoreetilist võimalust.
3. Uuritud eri seadmestiku kasutamise võimalust ning nende sobivust antud projekti loomisel.
4. Pakutud olemasoleva tulevalve süsteemi moderniseerimise lahendus.
5. Koostatud üldised ning põhimõttelised projekti skeemid.
6. Koostatud seadmestiku ja tarkvara kasutuse ning vajalike sätete kirjeldus.
7. Koostatud automaatse tulevalve ja signalisatsiooni süsteemi juhtimise programm.

Antud lõputööd saab tellija kasutada automaatse tulekustutuse ning signalisatsiooni süsteemi moderniseerimisel eesmärgiga tagamaks kaevanduse töökeskkonna ohutuse taseme tõstmist.

SUMMARY

Theme: The project of modernization of the fire alarm system of the conveyor at the mine "Estonia"

The implementation of this project will expand the monitoring area of the automatic fire extinguishing and alarm system, as well as increase the reliability of equipment, information content and functionality, since the purpose of this work is to eliminate the shortcomings of a typical fire alarm project on the conveyor of the chamber unit and to optimize the fire extinguishing and alarm system for the safe operation of the conveyor.

In the course of this research the following documents were submitted: the possibilities of upgrading the fire alarm system on the conveyor of the chamber block of the Estonia mine. The main goal of the research was to create a modernization project under the conditions set by the customer.

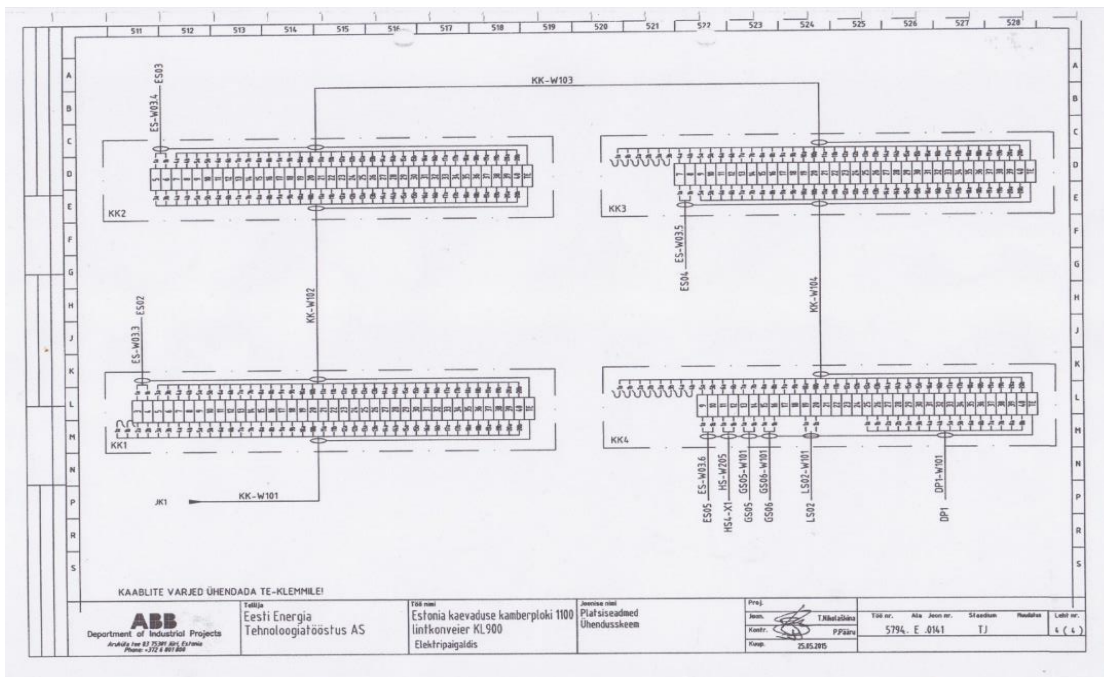
For achievement the goal were solved the next tasks:

1. The possibility of using the existing equipment or its refinement is studied;
2. The theoretical possibility of constructing the system is studied;
3. The possibility of using various devices and their suitability for use in the project was studied;
4. A variant of modernization and optimization of the fire alarm system is proposed;
5. The general and basic diagrams of the project are drawn up;
6. A description of the application and settings of individual devices and software has been compiled;
1. The control program of the automatic alarm and fire extinguishing system has been compiled

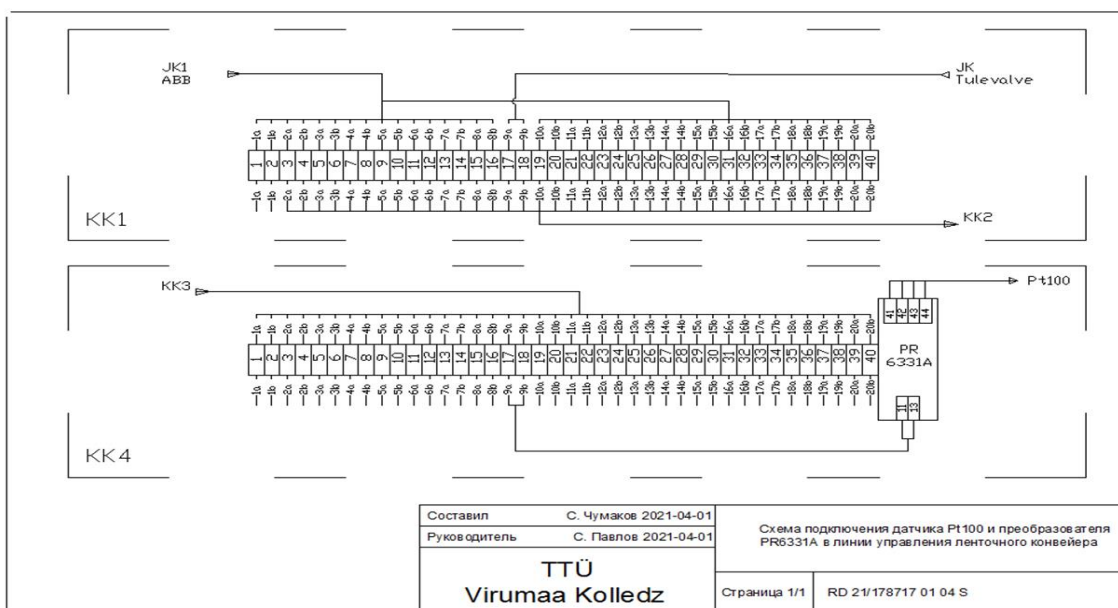
This work can be used by the customer to upgrade the alarm system and fire extinguishing to improve the security of the mine's work environment

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Схема подключения линии управления ленточного конвейера



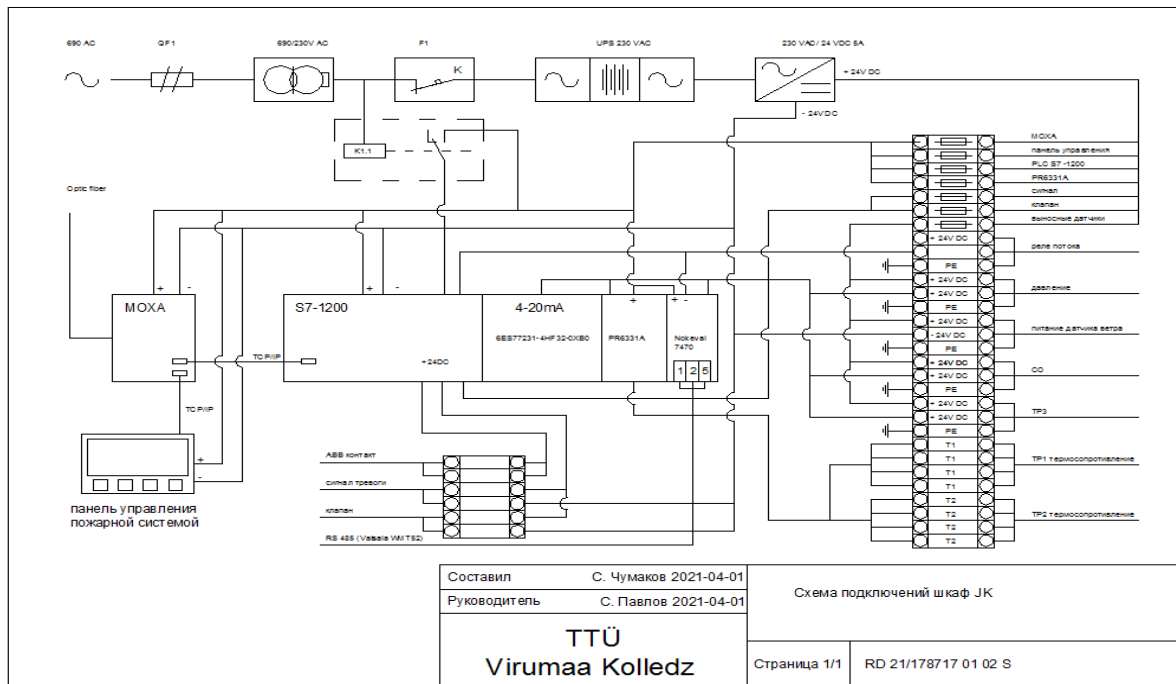
Приложение 2. Схема подключения датчика PT100 и преобразователя PR6331A в линию управления ленточного конвейера.



Приложение 3. Технические данные контроллера Siemens S7-1200 CPU 1212C 6ES7212-1BD30-0XB0.

Технические данные	6ES7212-1BD30-0XB0
Тип	CPU 1212C AC / DC / реле
Пакет программирования	STEP 7 V10.5 или выше
Время обработки, мкс битовая операция	0,1 мкс
операция со словами	12 мкс
Питание	
Номинальное напряжение питания	~120/230 В
Номинальное входное напряжение	=24 В
Ток нагрузки внутренней шины	1000 мА при =5 В
Входы	
Аналоговые	2
Дискретные	8
Выходы	
Тип выходов	Замыкающие контакты реле
Дискретные	6
Память	
Рабочая	25 кБайт
Загружаемая	1 МБайт
Расширяемая картой	24 МБайта
Расширение (число/модуль)	- 3/CM + 1/SB + 2/SM
Встроенные интерфейсы	1xPROFINET, RJ45, 10/100 МБит/с
Функции	
Скоростной счет	Да
Измерение частоты	4x100 кГц
Длина кабеля	
Экранированный кабель	500 м
Обычный кабель	150 м

Приложение 4. Схема подключений нового центра пожарной сигнализации шкафа ЖК.

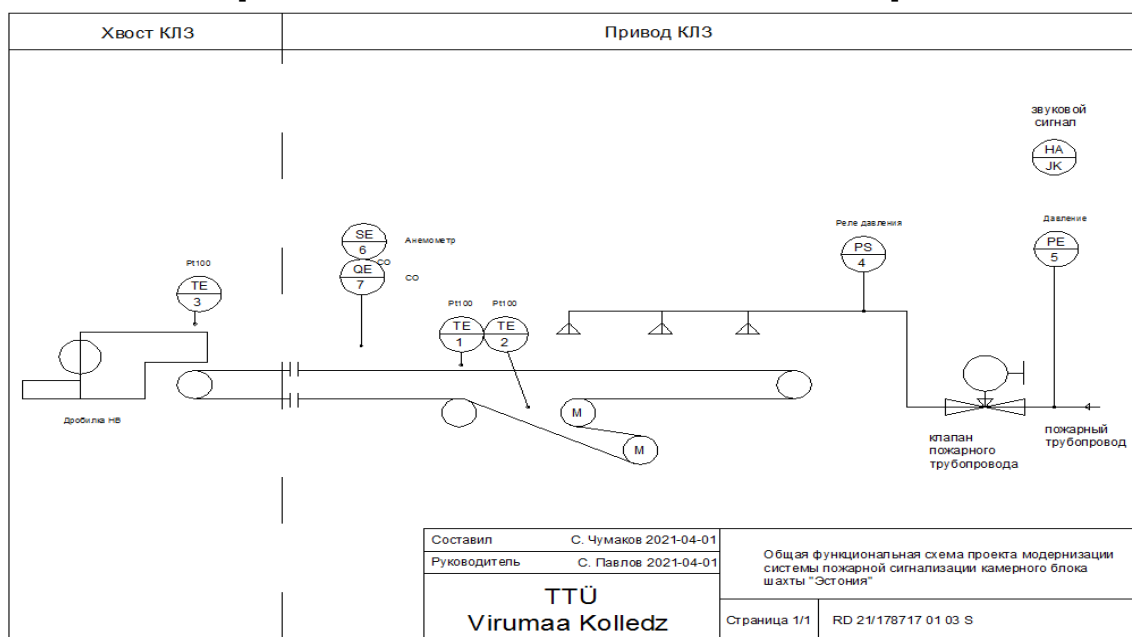


Приложение 5. Основные технические характеристики коммутатора MOXA Коммутатор EDS-505A-SS-SC

Общее количество портов	5
Уровень коммутатора	L2
Протоколы резервирования	STP, RSTP, MSTP, Turbo Ring v1/v2, Turbo Chain, Link Aggregation
Витая пара (разъем RJ45)	3
Одномодовое оптоволокно (разъем SC)	2
Количество каналов дискретного ввода	2
Интерфейс управления	Консоль RS-232
Возможность подключения резервного источника электропитания	Есть
Рабочая температура, °C	0 ~ +60
Промышленные протоколы	EtherNet/IP, Modbus/TCP

Протоколы управления	IPv4/IPv6, SNMP v1/v2c/v3, LLDP, Port Mirror, DDM, RMON, DHCP Server/Client, DHCP Option 66/67/82, BootP, TFTP, SMTP, RARP, Telnet, Syslog, SNMP Inform, Flow Control, Back Pressure Flow Control
Протоколы фильтрации	802.1Q VLAN, Port-Based VLAN, GVRP, IGMP v1/v2, GMRP
Протоколы синхронизации времени	SNTP, NTP Server/Client
Управление потоками	IEEE 802.3x flow control, back pressure flow control
Таблица MAC-адресов	8000
Размер буфера пакетов	1 Мбит
Максимальное количество VLAN	64
Диапазон VLAN ID	1 ~ 4094
Количество групп IGMP	256
Количество каналов дискретного ввода	2
Количество каналов релейного вывода	2
Рабочее напряжение	24 В пост. (12 ~ 45 В пост.)
Безопасность	CSA C22.2 No. 60950-1 EN 60950-1 UL508 UL60950-1
Взрывобезопасность	TEX Zone 2 Ex nA nC IIC T4 Gc UL/cUL Class 1 Division 2

Приложение 6. Типовая упрощенная функциональная схема расположения датчиков пожарной сигнализации на конвейере.

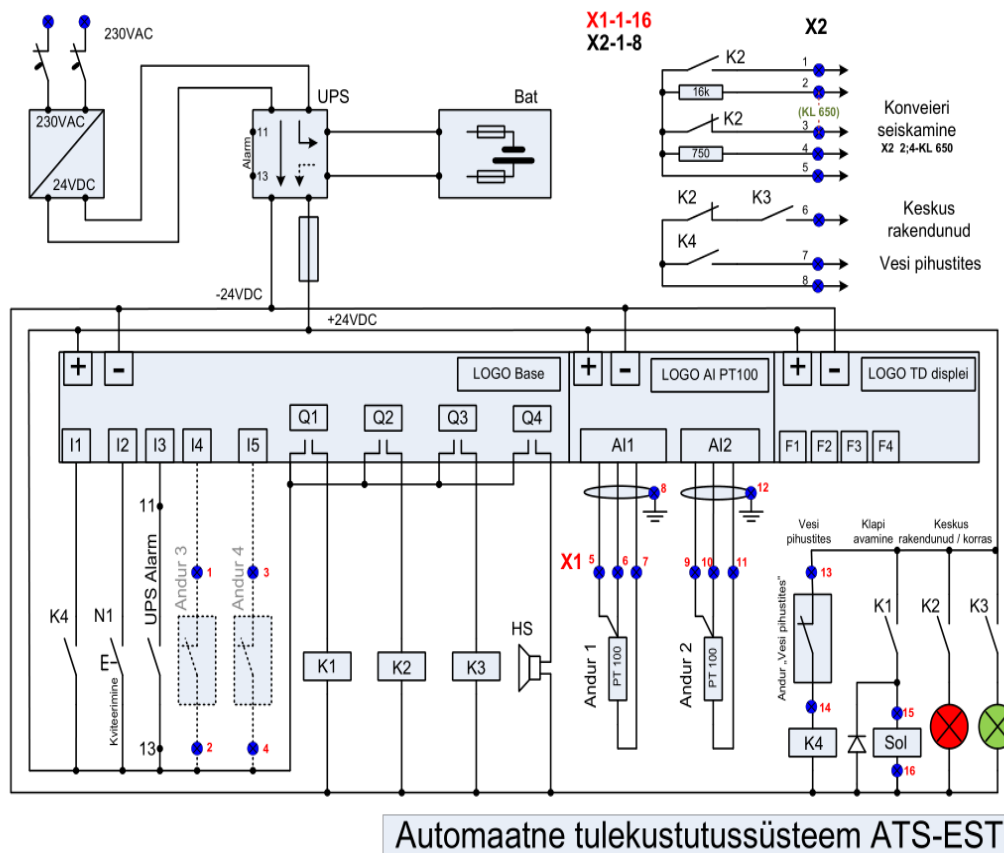


Приложение 7. Панель управления Siemens KTP400, 6AV6 647-0AK11-3AX0

Диагональ	4,3 in
Разрешение	480x272
Тип сенсора	TFT
Процессор	RISC 32 бит
Частота	1000 МГц
ОЗУ	Да
Flash (встроенный)	1 Mbyte
RTC (часы реального времени)	Нет
Передача данных	Ethernet 1 x RJ45 10/100 Base-T
Светодиодный индикатор состояния Industrial-Ethernet	2
PROFINET протокол	да
Протоколы (Ethernet)	TCP/IP, DHCP, SNMP, DCP, LLDP
EtherNet/IP	да
Поддержка Modbus	MODBUS TCP/IP

Размер внутренней памяти рецептов	40 kbyte
Способы загрузки проекта в панель	с ПК по USB, с ПК по Ethernet, с флешки, с SD карты
Класс защиты	IP65, согласно EN 50126, 50128, 50129
Рабочая температура	0 ~ 50 °C
Потребляемый ток	1.0A
Напряжение питания	24 ±20% VDC (20-28 V)
Программное обеспечение для проектирования	STEP 7 Basic (TIA Portal)/ по WinCC Basic STEP 7 Professional/по WinCC Basic
Функции WinCC (TIA Portal)	320 символов в информационном тексте
Число классов сообщений	32
Число битовых сообщений	200
Число аналоговых сообщений	15
Системные сообщения HMI	Да
Буфер сообщений	256 число записей
Число проектируемых изображений	50
Интерфейс с технологическим оборудованием	S7-1200, S7-1500, S7-200, S7-300/400.

Приложение 8. Схема действующей локальной пожарной системы на камерном блоке



Приложение 9. Общая схема модернизации системы пожарной сигнализации конвейера на камерном блоке шахта Эстония.

