

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ К.М.Виноградов
_____ 2021 г.

Модернизация АСКУ приточно–вытяжной вентиляции

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР

Руководитель работы
к.э.н., доцент
_____ А.Г. Калачева
_____ 2021 г.

Автор работы,
студент группы ДО–510
_____ А.А. Волчков
_____ 2021 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2021 г.

Челябинск 2021

АННОТАЦИЯ

Волчков, А.А. Модернизация АСКУ приточно–вытяжной вентиляции. – Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2021, 57 с., 48 илл., библиогр. список – 40 наим.

Объектом выпускной квалификационной работы является автоматизированная система контроля и управления приточно–вытяжной вентиляции промышленного здания.

Цель работы является модернизация автоматизированной системы контроля и управления приточно–вытяжной вентиляции предприятия.

В работе рассмотрена текущая система АСКУ и этапы её модернизации, был приведен анализ и обоснования принятых проектных решений.

В результате выполнения работы разработана новая система контроля и управления приточно–вытяжной вентиляции решающая следующие задачи:

- 1) бесперебойная рециркуляция воздуха;
- 2) экономия на трудозатратах в обслуживании;
- 3) быстрый доступ к базам данных и возможность расширения АСКУ.

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	Волчков А.А.				Модернизация АСКУ приточно–вытяжной вентиляции	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	Калачева А.Г.						4	57
<i>Реценз.</i>						ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО кафедра «ТТС»		
<i>Н. Контр.</i>	Макерина О.С.							
<i>Утверд.</i>	Виноградов К.							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	7
1.1 Характеристика объекта автоматизации	7
1.2 Описание алгоритма работы системы управления приточной вентиляции	7
1.3 Описание алгоритма работы системы управления вытяжной вентиляции	8
1.4 Описание объекта	9
1.5 Обзор существующей структуры системы и ее модернизация	15
2 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	17
2.1 Выбор аппаратно–программного комплекса модернизации	17
2.2 Характеристики аппаратного комплекса	18
2.3 Описание программного комплекса WinCC	21
2.4 Обзор схемы модернизации	23
3 РАЗРАБОТКА АСКУ	26
3.1 Структурная и функциональная часть АСКУ	24
3.2 Принципиальная схема	26
3.3 Разработка программного обеспечения АСКУ	30
3.4 Тестирование проекта	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	54

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АСКУ – автоматизированная система контроля и управления

АРМ – автоматизированное рабочее место

ВОЛС – волоконно–оптическая линия связи

КТС – комплекс технических средств

ЛВС – локальная вычислительная сеть

ПО – программное обеспечение

АСУ – автоматизированная система управления

АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

УСО – устройство связи с объектом

SCADA – диспетчерское управление и сбор данных

АЦП – аналого–цифровой преобразователь

ЦАП – цифро–аналоговый преобразователь

ЦПУ – центральное процессорное устройство

ПЛК – программируемый логический контроллер

АВР – автоматическое включение резерва

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Вентиляция является неотъемлемой частью в функционировании любых зданий, сооружений и предназначена для обеспечения обмена чистого воздуха в помещениях и поддержания оптимальной температуры, влажности, подвижность воздуха. В свою очередь это положительно отражается на самочувствии работников, состоянии строительных конструкций, работоспособности шкафов автоматики и способствует правильному протеканию технологического процесса.

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация автоматизированной системы контроля и управления приточно–вытяжной вентиляции предприятия.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- проанализировать объект автоматизации;
- изучить алгоритмы работы систем управления приточной и вытяжной вентиляции;
- провести обзор существующей структуры системы и задач ее модернизации;
- произвести выбор аппаратно–программного комплекса модернизации;
- разработать структурную часть АСКУ;
- разработать принципиальную схему;
- разработать программное обеспечение АСКУ;
- провести тестирование модернизированной АСКУ.

Объектом выпускной квалификационной работы является система приточно–вытяжной вентиляции промышленного здания.

Предмет выпускной квалификационной работы – автоматизация системы контроля и управления приточно–вытяжной вентиляции промышленного здания

Практическая значимость выпускной квалификационной работы состоит в модернизации приточно–вытяжной вентиляции путем подбора КТС и ПО для данного проекта, а так в создании нового человеко–машинного интерфейса.

Структура выпускной квалификационной работы состоит из введения, трех разделов, заключения и библиографического списка. Раздел 1 посвящен теоретическому анализу действующей системы АСКУ. Раздел 2 посвящен анализу комплексов технических, обоснованию выбора КТС с помощью которых будет производиться модернизация действующей АСКУ. Раздел 3 посвящен разработке и запуску новой системы управления приточно–вытяжной вентиляции.

Объем выпускной квалификационной работы составляет 57 страниц машинописного текста, 48 иллюстраций, 3 таблицы, библиографический список состоит из 40 наименований.

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Характеристика объекта автоматизации

Вентиляция здания приточно–вытяжная с механическим и естественным побуждением, с однонаправленным движением воздуха из более чистых помещений в более грязные» помещения. Системы вентиляции разбиты по принципу зональности, назначения и расположения помещений. Есть приточные системы для помещений III зоны (П6, П7, П8) и для помещений II зоны (П1, П2, П3, П4, П5). В помещениях I зоны приток неорганизованный из помещений II зоны.

Приточная система вентиляции представляет последовательно соединённых функциональных секции. Каркас секций выполнен из алюминиевого профиля, облицованного трёхслойными сэндвич–панелями. В вентиляторных секциях используются «свободные» рабочие колёса, установленные непосредственно на валу электродвигателя. Все установки имеют резервный вентилятор. Электродвигатели оснащены частотными преобразователями. В установках применены пластинчатые теплообменники [14].

Вытяжная система реализована следующим образом. Предусмотрены отдельные вытяжные системы для I, II и III зон. Вентиляторы вытяжных систем, обслуживающих помещения I, II зон размещаются в отдельных вытяжных венткамерах. Воздух, удаляемый из помещений III зоны, подвергается одноступенчатой очистке. Воздух, удаляемый из помещений II и I зон, подвергается двухступенчатой очистке. Вытяжной воздух, после очистки на фильтрах поступает в коллектор и выбрасывается в общую вытяжную трубу. Все установки, кроме одной имеют резервный вентилятор. Электродвигатели оснащены частотными преобразователями.

1.2 Описание алгоритма работы системы управления приточной вентиляцией

Наружный воздух через входную заслонку с электрическим приводом поступает в воздуховод приточной вентсистемы. Проходит через карманный фильтр, улавливающий механические частицы. На вход и выход фильтра подключен дифференциальный датчик давления с целью определения засора фильтра по перепаду давления. Далее воздух проходит через электрический калорифер, где нагревается до заданной температуры. После воздух попадает в тот воздуховод, заслонки которого открыты. В первом воздуховоде установлен основной вентилятор с заслонками с электроприводом на всосе и на выхлопе. Во втором установлен резервный вентилятор с заслонками с электроприводом на всосе и на выхлопе. Моторы обоих вентиляторов оборудованы частотными преобразователями [40].

Заслонки каждого вентилятора управляются синхронно.

А между основным и резервным каналами управление заслонок противофазно, то есть если заслонки основного открыты, то заслонки резервного закрыты и наоборот. Затем воздуховоды основного и резервного вентиляторов объединяются

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

в один, по нему воздух поступает в систему вентиляции здания. До и после разделения воздухопроводов подключен дифференциальный датчик давления для определения потока воздуха по перепаду давления. Датчик температуры наружного воздуха установлен около входной заслонки со стороны улицы. Датчик температуры помещений установлен около выходной заслонки со стороны помещений.

Типовая схема приточной системы вентиляции приведена на рисунке 1.

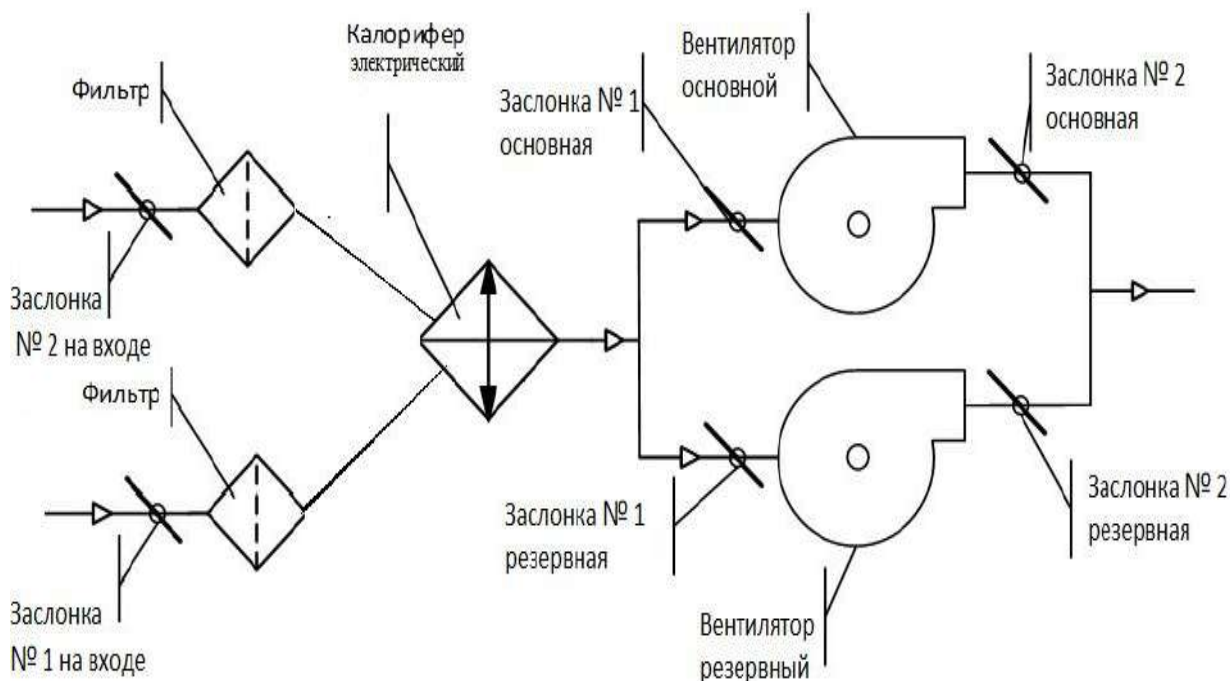


Рисунок 1 – Типовая схема приточной системы вентиляции

1.3 Описание алгоритма работы системы управления вытяжной вентиляцией

Вентиляторы, основной или резервный создают поток воздуха и вытягивают загрязнённый воздух из помещений. Загрязнения остаются на фильтре, а фильтрованный воздух поступает в воздухопровод основного вентилятора или резервного вентилятора. Далее воздухопроводы объединяются. На выхлопе каждого вентилятора установлен обратный клапан для исключения перетока воздуха. Моторы обоих вентиляторов оборудованы частотными преобразователями. На вход и выход фильтра подключен дифференциальный датчик давления с целью определения засора фильтра по перепаду давления. До и после разделения воздухопроводов подключен дифференциальный датчик давления для определения потока воздуха по перепаду давления.

Типовая схема вытяжной системы вентиляции приведена на рисунке 2.

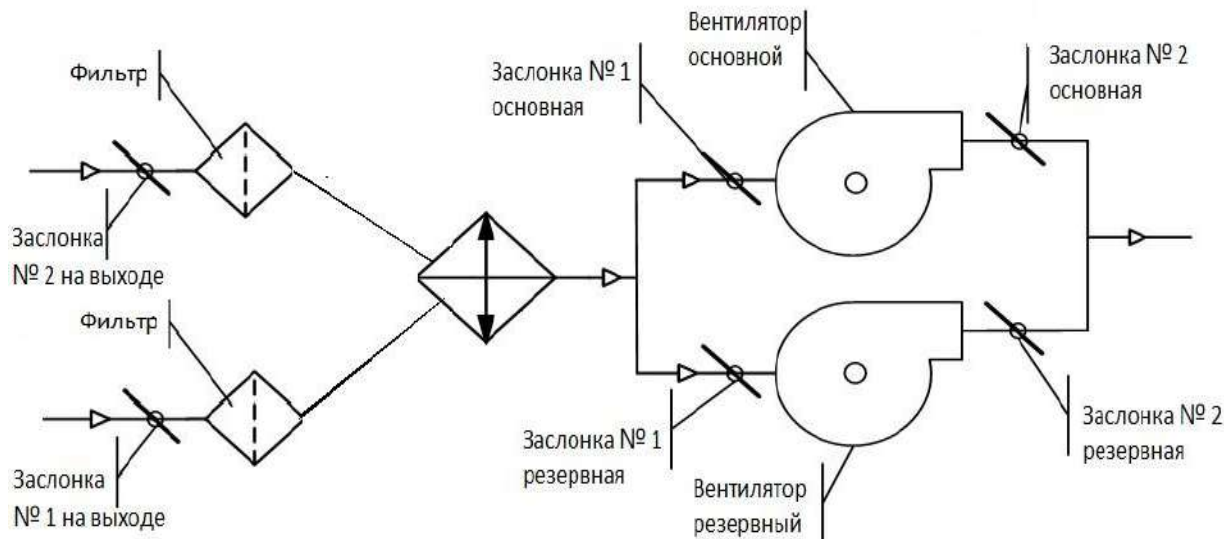


Рисунок 2 – Типовая схема вытяжной системы вентиляции

Весь этот процесс полностью автоматизирован. Шкафы автоматики выполнены на базе контроллеров автоматики «Малахит 3М», произведенных компанией НПО «Дельта». Все шкафы имеют связь с АРМ оператора. На верхнем уровне стоит SCADA–система TRACE MODE [3], [8], [9].

1.4 Описание объекта

Существующая система АСКУ состоит из большого количества комплекса технических средств, включающих в себя механические, электрические элементы, так же программируемый контроллер и модули расширения, все действующие КТС расписаны ниже.

1) Жалюзи наружного воздуха

Жалюзи при выключенной вентиляции закрыты и удерживаются в таком положении силой пружины. Открытие жалюзи происходит в процессе запуска вентиляции. Время открытия может опережать время включения приточного вентилятора (задается в настройках) [3].

2) Клапан воздухозаборный

Воздухозаборный клапан используется как регулирующее устройство в системах вентиляции кондиционирования и отопления. Основная задача таких воздушных клапанов и подобных заслонок – регулирование приточных воздушных потоков.

3) Фильтр

Фильтр, подающий очищенный воздух в производственные и технологические помещения, является неотъемлемой частью каждой системы вентиляции воздуха. Загрязнение воздуха, которое подается в помещение может происходить как естественным, так и искусственным способом.

Очистка воздуха обычно производится с помощью пылеуловителей и угольных фильтров. Правильная работа фильтров должна соответствовать санитарным нормам. Концентрация пыли не должна превышать $0,15 \text{ мг/м}^3$, но на самом деле количество пыли в атмосферном воздухе может превышать эту норму в несколько раз [17].

4) Калорифер

Калорифер представляет собой нагреватель, который встраивают в вентиляционные каналы для нагревания, проходящего через них воздуха и регулирования температуры. Воздух из-за соприкосновения с определенным количеством нагревающих элементов нагревается и далее проходит по системе кондиционирования. Обработываемый в калорифере воздух не должен содержать каких-либо примесей, поэтому обычно перед вентилятором калорифера установлен фильтр очистки воздуха. Это позволяет повысить срок безаварийной работы как вентилятора, так и самого калорифера. В рассматриваемой системе установлен калорифер от производителя NED [11].

5) Шумоглушитель

Шумоглушители предназначены для снижения аэродинамического шума, создаваемого вентиляторами, кондиционерами, отопительными агрегатами, воздухо-регулирующими устройствами, а также шума, возникающего в элементах воздуховодов и распространяющегося по воздуховодам. Все трубчатые глушители имеют нормализованные присоединительные размеры для соединения их между собой и с воздуховодами. Шумоглушители изготавливаются из оцинкованной стали [19].

6) Воздуховоды

Воздуховоды и фасонные части к ним используются в канальных системах вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления. Воздуховоды могут изготавливаться из различных материалов – в зависимости от характера и свойств, транспортируемой воздушной смеси это может быть листовая оцинкованная или черная сталь, нержавеющая сталь, алюминий, различные пластмассы. Как воздуховоды могут использоваться также встроенные каналы из кирпича, бетона. Широкое применение получили воздуховоды из листовой оцинкованной стали. По форме воздуховоды и фасонные части к ним могут быть круглого и прямоугольного сечения [10].

7) Распределители воздуха

Распределители воздуха – настенные и потолочные распределители воздуха применяются для приточной и вытяжной вентиляции, декоративного оформления окончатых воздуховодов, способствуют правильному движению воздуха в помещениях [4].

8) Датчики, регулировка и автоматика

Правильная и безотказная работа системы вентиляции во многом зависит от качества применяемых датчиков и автоматики. Это оборудование позволяет наиболее точно определить физические параметры подаваемого в помещения воздуха, оперативно реагировать на какие-либо изменения, защищает оборудование системы вентиляции от чрезмерных нагрузок и перерасхода

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

энергетических ресурсов, что в свою очередь позволяет предотвратить лишние затраты на ремонт или покупку дорогостоящей техники. Кроме того, автоматическая система управления системой вентиляции помогает экономить от 13 до 20 % тепло и холодо–потребления, частотой вращения вентиляторов [12].

9) Привод воздушных заслонок роторного типа

Данные приводы предназначены для управления воздушными заслонками в системах с постоянным или переменным расходом воздуха. Привод представляет собой бесшумную зубчатую передачу с защитой от расщепления и перегрузки в течение всего срока работы одного привода. В данной системе применяется привод SIEMENS GEB 131/GDB331.1E.

10) Дифференциальный датчик давления

Дифференциальный датчик давления предназначен для определения перепада давления неагрессивных газов. Применяется для определения засорения фильтров или обрыва приводного ремня вентилятора [22].

11) Первичный измерительный преобразователь температуры типа EGT311

Для быстрого и простого определения температуры.

Одной из отличительных особенностей EGT 311 является, то, что корпус из белого негорючего термопластика, с подвешенным на пружине датчиком из никелевой фольги; клеммы для 2×1,5 мм² сплошных или многожильных проводов; кабельный вход – с пластиковой прокладкой [18].

12) Термостат защиты от замерзания типа QAF81.3

Термостат защиты от замерзания SIEMENS QAF81.3 контролирует температуру теплообменников в системах вентиляции и кондиционирования воздуха для предотвращения разрушения при замерзании теплоносителя.

Рекомендуется монтировать термостаты QAF81 на специальный выдвижной лоток непосредственно за регистром отопления. Длина кабеля для подключения должна быть достаточной для беспрепятственного выдвигания монтажного лотка. Для больших вент–установок допускается монтаж нескольких термостатов, с последовательным подключением [35].

13) Первичный измерительный преобразователь температуры типа KTF1 NI1000 TK5000

Датчик температуры S+S Regeltechnik KTF1 с присоединительным корпусом из пластика с высокой ударной вязкостью.

Датчики температуры применяются в установках систем вентиляции и кондиционирования воздуха в качестве:

- датчиков температуры вытяжного или приточного воздуха;
- измерительных датчиков, например, для подключения к автоматизированной системе управления зданием или индикации измеренных значений;
- ограничительных датчиков, к примеру, для ограничения минимальной температуры приточного воздуха;
- датчиков температур точки росы;
- эталонных датчиков, к примеру, для изменений комнатной температуры в зависимости от температур наружного воздуха [33].

14) Блок питания ОВЕН БП 07Б

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Преимуществом данного блока питания является, то, что он может работать с любым оборудованием разных производителей.

Блок питания ОВЕН БП 07Б двухканальный предназначен для питания стабилизированным напряжением постоянного тока преобразователей давления, датчиков давления и любого другого оборудования.

15) Контактор ESC463

Контактор ESC463 отличается сниженным потреблением тока и, таким образом, пониженным нагревом поверхности. Применяется для коммутации электрических цепей освещения, отопления, вентиляции и т.д., а также может использоваться в релейных схемах управления. Это идеальное решение для бесшумной эксплуатации [40].

16) Источник бесперебойного питания

Для выбора источника бесперебойного питания необходимо знать мощность, потребляемую элементами шкафа автоматики. Суммарная потребляемая мощность элементов составляет менее 300 Вт. Был выбран источник бесперебойного питания (ИБП) Tripp Lite SMX1500XLRT2U (выходная мощность 1000 Вт).

17) Частотный преобразователь

Регуляторы оборотов частотные типов FC и VLT применяются для управления производительностью и защиты трехфазных двигателей вентиляторов. Регуляторы имеют плавную регулировку скорости вращения двигателя за счет изменения выходной частоты и напряжения. Данной системе применяется частотный регулятор оборотов DUNFOSS.

18) Привод воздушного клапана типа General Climate GA02–24

Электроприводы General Climate для воздушных клапанов обладают моментом вращения в диапазоне от 2 до 40 Нм в зависимости от типа привода и сферы использования. Ассортимент электроприводов от General Climate представлен позиционными приводами с/без возвратной пружины и приборами плавного регулирования.

19) Силовые автоматические выключатели

Для защиты двигателей от перегрева устанавливаются токоограничивающие силовые автоматические выключатели типа PKZM01 фирмы EATON. Автоматические выключатели защиты двигателей PKZM01, рассчитанные на номинальный рабочий ток до 25 А. Защита двигателя осуществляется с помощью термомангнитного расцепителя, встроенного в автоматический выключатель [40].

20) Главный элемент управления

В данной работе используется значительное количество различных датчиков, приводов, контроллеров и другого оборудования систем автоматики. Особое внимание уделяется свободно программируемому контроллеру «Малахит 3М» фирмы НПО «Дельта», т.к. он является основой всей системы автоматики.

Данный контроллер предназначен для удаленного сбора данных на основе различных промышленных сетей. Критериями выбора данного контроллера выступают:

- компактность;

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

- возможность принимать/передавать дискретные, аналоговые, числоимпульсные сигналы, а также обмениваться данными с различными специальными устройствами;
- высокое быстродействие и достаточный для хранения управляющей программы и данных объем памяти;
- большое количество информационных каналов,
- функционирования контроллера задается программой, составленной из набора встроенных функций;
- высокая степень защиты от помех, пыли, влаги, короткого замыкания, скачков напряжения.

«Малахит 3М» идеально подходит для замены систем релейной автоматики. При этом повышается надежность, увеличивается срок службы, уменьшаются размеры и стоимость щитов. Кроме того, появляются новые функции, такие как ввод – вывод аналоговой информации, привязка алгоритмов управления к часам реального времени, организация связи с другими контроллерами и компьютерами. При нехватке линий ввода–вывода одного контроллера, приборы могут объединяться в сеть с использованием интерфейсов I2C, RS – 232, RS – 485.

Контроллер автоматики обеспечивает передачу вышеперечисленных сигналов по следующим видам каналов:

- по стандартному RS – 485 каналу;
- на основе магистрали RS – 232;
- по интерфейсу I2;
- на основе модема (опция).

Тип используемого интерфейса задается по программе контроллера. В качестве приемного устройства каналов служит персональный компьютер (ПК).

Контроллер автоматики может быть использован как базовый прибор при создании информационных и управляющих систем по сбору информации и систем управления объектами, а также как автономный управляющий контроллер.

Основные параметры:

- разрядность аналого–цифрового преобразователя (АЦП) – 12;
- разрядность шины данных – 8;
- разрядность шины адреса – 16.

В состав контроллера автоматики входят следующие модули:

- модуль сопряжения;
- модуль контроллера.

Принцип действия контроллера автоматики.

После включения (подачи питания) контроллер автоматики проводит следующие операции:

- самопроверка ПЗУ, ОЗУ;
- считывание адреса контроллера;
- установка параметров обмена;
- проверка АЦП;
- выход в основной режим.

Устройство.

									09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						13

Технические характеристики.

Технические данные контроллера автоматики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики

Наименование	Значение
Число каналов аналоговых входов (от 0 до 10 В, от 0 до 5 мА, от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА)	6
Число каналов релейных входов	16
Число каналов релейных выходов 220В 5А	4
Число каналов связи с ПЭВМ (гальванически развязанные RS–485, RS–232). Выбирается программно	1
Число каналов связи I2C	1
Параметры каналов связи с ПЭВМ: – скорость обмена; – формат обмена.	до 19200 8N2
Количество приборов на магистрали: – при интерфейсе RS485, не более; – при интерфейсе RS232, не более.	64 2

Программирование контроллера может выполняться с его лицевой панели. Этот процесс сводится к последовательному соединению встроенных функциональных блоков и заданию параметров настройки (задержек включения/выключения, значений датчиков).

Среда программирования Clogic поставляется вместе с контроллером. Clogic позволяет создавать программы для контроллеров «Малахит» и эмулировать работу устройства. Программа выглядит в виде функциональных блоков и релейно–контактных схем. Загрузка управляющих программ может быть осуществлена как локально, через диагностический порт контроллера, так и дистанционно, по сети (если использовать локальную сеть предприятия). Таким образом, выбранный ПЛК может осуществлять управление исполнительными механизмами на основе сбора информации от датчиков как через стандартные кабели (МКЭШ, КВВГ), так и с использованием локальной сети предприятия.

Для увеличения количества обслуживаемых входов/выходов контроллеров автоматики «Малахит 3М», существуют модули расширения, которые подключаются к контроллеру по шине I2C (возможно подключение до двух модулей на один контроллер).

Входные сигналы контроллера и управляющие выходы

а) Сигналы, заведенные на оптронные входы контроллера:

- перепад давления на фильтре;
- ключ запуска вентиляции на ШУ;
- термостат;

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР

- реле перепада давления приточного вентилятора;
- ключ дистанционного управления.
- б) Подключения к аналоговому цифровому преобразователю контроллера:
 - датчик температуры в приточном канале;
 - датчик тока двигателя приточного вентилятора (для вентилятора 220 В);
- в) Управляющие релейные выходы:
 - открытие жалюзи наружного воздуха;
 - включение приточного вентилятора;
 - включение вытяжного вентилятора;
 - подогрев жалюзи.
- г) Подключения к выходам открытых коллекторов контроллера:
 - индикатор работы приточного вентилятора;
 - индикатор аварии;

Информация на жидкокристаллическом индикаторе контроллера и навигация. Вся информация, выводимая на экран, разделена на два блока.

Первый (общедоступный) – отражает замеры датчиков и текущее состояние системы по командам управления и входным сигналам, второй (защищенный паролем) – это блок установочных параметров и журнал аварий.

Меню имеет многоуровневую структуру информационных страниц.

Странички, которые являются точками перехода на уровень ниже, помечены в правом нижнем углу как «М». Это означает, что для погружения на нижний уровень нужно нажать клавишу «Меню». Возврат по структуре на предыдущий уровень меню происходит по нажатию клавиши «Отмена» [2].

1.5 Обзор существующей структуры системы и ее модернизация

Система имеет распределенную структуру. На нижнем уровне располагаются различные датчики, приводы и заслонки. С них поступает аналоговый и дискретный сигнал на шкаф управления локальной подсистемой под управлением контроллера «Малахит 3М». Контроллер, исходя из прописанных в нем алгоритмов, посылает сигналы на исполнительные органы (приводы и задвижки). В качестве примера приведена схема автоматизации систем вентиляции П1...П5.

В составе всей приточно-вытяжной вентиляционной системы содержится несколько таких шкафов. Некоторые из шкафов одинаковы, так как стоят на аналогичных подсистемах, а некоторые шкафы уникальны. Каждый контроллер в составе управляющего шкафа запрограммирован на заводе изготовителе на выполнение определенной задачи. Совокупность шкафов подсистем составляет единую систему вентиляции. Все шкафы соединены между собой по интерфейсу RS – 485 и связаны с АРМ, куда выводятся состояния каждой подсистемы, а также рабочие параметры каждой ее части.

На АРМ оператора установлена SCADA-система TRACE MODE. С ее помощью оператор может следить за состоянием автоматизированной системы, видеть физические показатели воздуха, обрабатываемого системой [37]. Скриншоты экрана оператора представлены на рисунках 3 и 4.

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

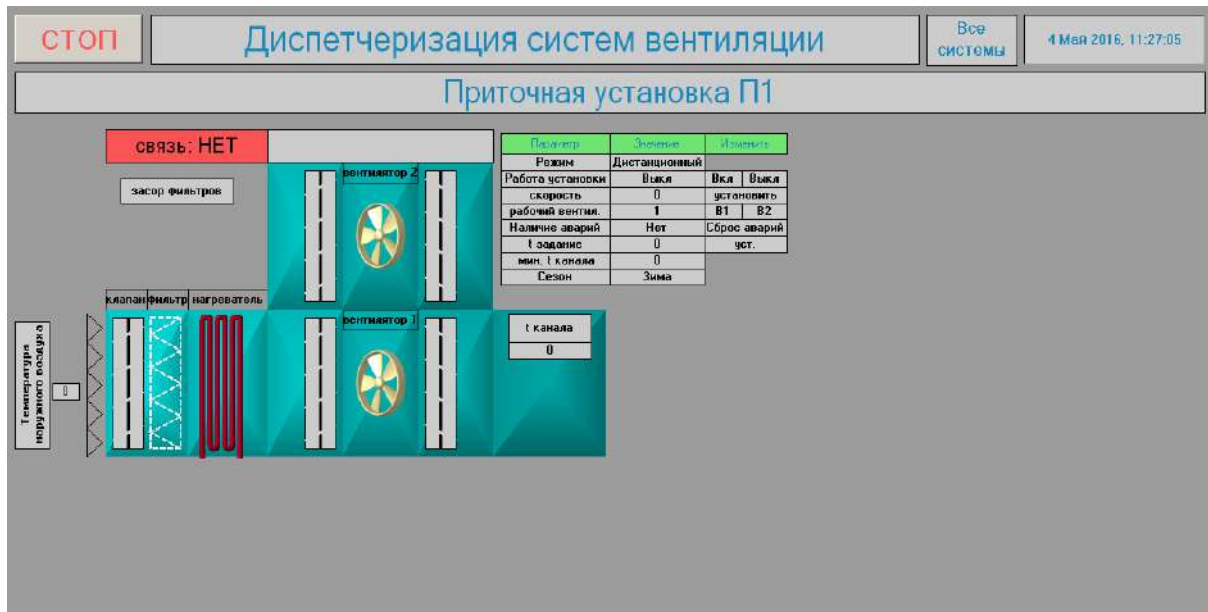


Рисунок 3 – Экран управления приточной установкой П1

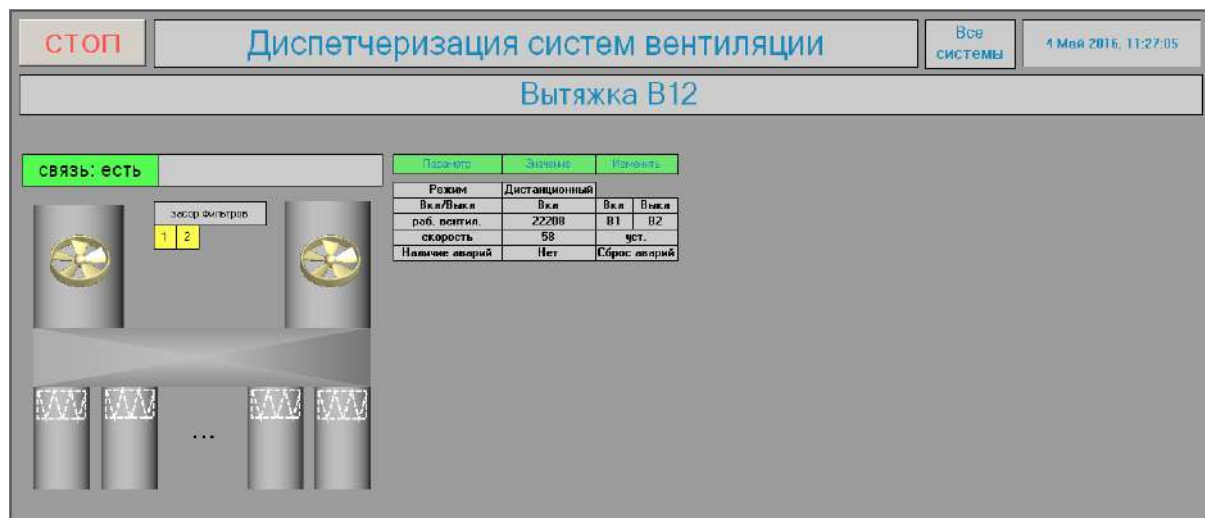


Рисунок 4 – Экран управления вытяжкой В12

На данный момент система не выполняет в полной мере те задачи, которые на нее возложены. Осуществляется вытяжка грязного воздуха и приточка чистого. Эти процессы могут осуществляться нестабильно, могут происходить аварии и отключения некоторых вытяжных систем, что недопустимо по регламенту проведения работ. Не осуществляется плавного регулирования температуры приточного воздуха, поступающего в помещения, применяемые контроллеры «Малахит 3М» имеют алгоритмы работы, которые не прописаны в рабочей документации, поэтому отладка системы силами рабочего персонала завода невозможна и требует дополнительные затраты на заказ пуско-наладочных работ у фирмы производителя оборудования.

Резервирование в системе отсутствует. Было принято решение о модернизации системы.

В виду отсутствия исходных алгоритмов для контроллеров «Малахит 3М», для простоты и удешевления модернизации системы в целом, а также для увеличения потенциала развития системы было принято заменить контроллеры «Малахит 3М» на более распространенные и легко поддаваемые программированию контроллеры. SCADA–система TRACE MODE так же проявила слабые места в работе. Данная система себя изжила, будучи, когда–то лидером на Российском рынке и завоевав кучу симпатий со стороны АСУТП, компания Aداstra выпустила обновленную версию TRACE MODE 6, но вот только обновленный продукт показал себя гораздо хуже собратьев. В работе данной SCADA–системы были замечены следующие недочеты: частые подвисания реалтайм мониторов и некорректные отображения показаний. К тому же техническая поддержка со стороны производителя с недавних пор оставляет желать лучшего [37].

Вывод по разделу 1

Вентиляция является неотъемлемой частью технологических зданий и сооружений, а это значит, что в условиях реального производства некорректная работа такого узла недопустима. В данном случае нестабильная и неполноценная работа системы как итог неправильного выбора КТС и ПО для данного проекта. Задачи, которые возлагали на данный набор КТС не выполняются даже и в половину, а это значит, что один из способов исправить ситуацию – это полная или частичная модернизация данного парка КТС, а также программного обеспечения в виде новой SCADA–системы.

2 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

2.1 Выбор аппаратно–программного комплекса модернизации

Аналогов подобных систем на производстве больше не имеется т.к. данная система разрабатывалась и монтировалась для нового узла технологического производства. Исходя из этого получается, что возможности взять за аналогию какое КТС и ПО используется на похожих участках возможности не предоставляется. Поэтому подбор будем производить самостоятельно.

На данный момент рынок аппаратно–программных комплексов промышленной автоматизации очень широк [38]. При выборе нового комплекса рассмотрено три варианта, как от зарубежных, так и от отечественных производителей.

Первым вариантом является переход на КТС и ПО от компании ICPDAS Тайваньского производителя. Контроллеры и различные модули расширения, которые представляют собой одинаковые по размерам и способу монтажа модули, блоки. Эти устройства успели себя хорошо зарекомендовать на производстве. Они компактны и просты в монтаже. Отрицательной стороной таких модулей является то, что каждый имеет свой функционал и малое количество входных и выходных сигналов. При построении систем на таких модулях

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

затрачивается большой внутренний объем шкафа и может потребоваться его замена с последующим монтажом электропроводки [4].

Так же минусом в данном случае является тот факт, что данные контроллеры программируются только под SCADA–системой TRACE MODE, которая уже является частью текущей системы и не подходит для модернизации данной АСКУ [37].

Вторым вариантом модернизации является переход на КТС и ПО от компании ОВЕН Российского производителя. Данная компания уже хорошо зарекомендовала себя в области разработки и производства контрольно–измерительных приборов и средств автоматизации для различных отраслей промышленности. Большим плюсом использования продукции российского бренда заключается в исключении импортозамещения в будущем.

Так же плюсом заключается в размере контроллеров схожем с уже установленными контроллерами.

У данного производителя имеется своя SCADA–система ОВЕН, к сожалению, из–за слабой технической поддержки для разработчиков, пока что данный программный комплекса гораздо менее конкурентно способный чем ISPDAS и SIEMENS.

Третьим вариантом модернизации является переход на программно–аппаратный комплекс от компании SIEMENS, страна производитель Германия. Продукция данного производителя успела хорошо зарекомендовать себя на других узлах производства.

При анализе трех производителей, выбор пал на производителя SIEMENS так как аппаратные комплексы имеют большой функционал и обладают хорошей отказоустойчивостью, а программное решение для отображение человеко–машинного интерфейса WinCC под управлением SCADA–системы TIA Portal обладает очень широким выбором инструментов и готовых библиотек, данный производитель обеспечивает хорошую техническую поддержку. Так же положительной стороной такой модернизации является переход на однотипную аппаратную и программную часть, что существенно облегчит работу разработчиков системы и обслуживающего персонала. Так же контроллеры и модули расширения от компании SIEMENS по способу монтажа, подключению, габаритам схожи с уже установленными в шкафах контроллерами «Малахит 3М», а по некоторым параметрам являются даже более компактными. Это означает, что установка контроллеров и модулей расширения от компании SIEMENS позволит выполнить модернизацию системы с меньшими трудовыми. К тому же как нижний уровень представлен в большей степени датчиками и приводами фирмы SIEMENS, установленными в качестве готового решения от компании NED.

2.2 Характеристики аппаратного комплекса

Контроллеры могут различаться характеристиками центральных процессоров и количеством входных и выходных сигналов, которые они способны обрабатывать. Поэтому при разработке данной системы будут применяться контроллеры SIMATIC

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

S7–1200 линейки 1214, т.к. контроллеры данной линейки одни из самых молодых и современных контроллеров на рынке от данного производителя, так же данные контроллеры позволяют использовать модули ввода–вывода в различных исполнениях.

1) Программируемые контроллеры SIMATIC S7–1200 это семейство, базовых контроллеров для решения самых разных задач автоматизации малого и среднего уровня. Эти контроллеры имеют модульную конструкцию и универсальное назначение. Они способны работать в реальном масштабе 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 имеют компактные пластиковые 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 °С. Они способны обслуживать от 10 до 284 дискретных и от 2 до 51 аналогового канала ввода – вывода.

К центральному процессору (CPU) программируемого контроллера S7–1200 могут быть подключены коммуникационные модули (CM), сигнальные модули (SM) и сигнальные платы (SB) ввода–вывода дискретных и аналоговых сигналов, технологические модули.

Особенности контроллера:

- программирование на языках LAD, FBD и SCL, исчерпывающий набор команд;
- высокое быстродействие, время выполнения логической операции не превышает 0,1 мкс;
- встроенная загружаемая память объемом до 2 Мбайт, расширяемая картой памяти емкостью до 24 МБ;
- рабочая память емкостью до 50 КБ;
- энергонезависимая память емкостью 2 КБ для необслуживаемого сохранения данных при перебоях в питании контроллера;
- встроенные дискретные входы универсального назначения, позволяющие вводить потенциальные или импульсные сигналы;
- встроенные аппаратные часы реального времени с запасом хода при перебоях в питании 240 ч;
- встроенные скоростные счетчики с частотой следования входных сигналов до 100 кГц;
- встроенные импульсные выходы с частотой следования импульсов до 100 кГц (только в CPU с транзисторными выходами);
- поддержка функций ПИД регулирования;
- поддержка функций управления перемещением в соответствии с требованиями стандарта PLCopen;
- поддержка функций обновления операционной системы;

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- парольная защита программы пользователя;
- 2) Модуль расширения для дискретного ввода
6ES72213BD300XB0.
 - входное напряжение 24В;
 - число цифровых входов: 4;
 - входной ток для логической «1» мин/макс: 2,9/7 мА;
 - входной ток для логического «0» 1,4 мА;
 - диапазон рабочих температур от – 20°С до +60°С;
 - габариты 38х62х21 мм.
- 3) Модуль расширения для дискретного вывода
6ES72221BD300XB0
 - входное напряжение 24В;
 - количество выходов дискретных:4 шт.;
 - тип дискретных выходов: полевой МОП–транзистор, электронный;
 - самодиагностика/информация о состоянии/аварийные сигналы;
 - диапазон рабочих температур – от минус 20 до плюс 60°С;
 - габариты 38×62×21 мм.
- 5) Модули аналогового ввода:
 - а) 6ES72314НА300XB0
 - входное напряжение номинальное 24В;
 - число аналоговых входов 1 шт.
 - тип аналогового входа: дифференциальный вход тока или напряжения
 - максимальное входное напряжение ±35В;
 - максимальный входной ток 40 мА;
 - аварийная и диагностическая индикация;
 - рабочий диапазон температур от минус 20 до плюс 60°С;
 - габариты 38×62×21 мм.
 - б) 6ES72324HD320XB0
 - входное напряжение номинальное 24В;
 - число аналоговых выводов 4 шт.;
 - формирование аналоговой величины: дифференциальное;
 - диапазон выходного напряжения от минус 10 до плюс 10В;
 - диапазон выходного тока от 0 до 20 мА;
 - аварийные сигналы, диагностическая индикация и сообщения;
 - диапазон рабочих температур от минус 20 до плюс 60°С;
 - габариты 45×100×75 мм.
 - в) 6ES72324НА300XB0
 - входное напряжение номинальное 24В;
 - число аналоговых выводов 1;
 - диапазон выходного напряжения от –10 до +10В;
 - диапазон выходного тока от 0 до 20 мА;
 - аварийные сигналы, диагностическая индикация и сообщения;
 - диапазон рабочих температур от минус 20 до плюс 60°С;
 - габариты 38×62×21 мм.

						09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			20

7) Модули аналогового ввода/вывода

6ES72344HE320XB0

- входное напряжение номинальное 24В;
- число аналоговых вводов 4 шт.;
- тип аналоговых вводов: ток или напряжение;
- число аналоговых выводов 2 шт.;
- тип аналоговых выводов ток или напряжение;
- диапазон выходного напряжения от минус 10 до плюс 10В;
- диапазон выходного тока от 0 до 20 мА;
- аварийные сигналы, диагностическая индикация и сообщения;
- диапазон рабочих температур от –20 до +60°С;
- габариты: 45×100×75 мм.

9) Коммутатор SIEMENS Scalance X108

Неуправляемые коммутаторы серии SCALANCE X–100, оптимизированные для работы в промышленных сетях IndustrialEthernet, обладает скоростью передачи данных 10/100 Мбит/с. Наличие модификаций с встроенными электрическими и оптическими портами. Прочный компактный металлический корпус с возможностью монтажа на стандартную профильную шину DIN, или на плоскую поверхность с различной ориентацией корпуса. Подключение к сети через PROFINET – совместимые соединители промышленного исполнения со специальным профилем укладки кабеля, исключающим возможность приложения тяговых усилий к контактным точкам.

Использование резервированных цепей питания. Диагностика с помощью светодиодов индикации наличия напряжения питания, состояния системы связи, передачи данных. Сигнализация об ошибке с помощью встроенного сигнального контакта, настраиваемого с помощью кнопки SET [9].

2.3 Описание программного комплекса WinCC

WinCC является инструментом SCADA–системы TIA Portal для создания человеко–машинного интерфейса. Человеко–машинный интерфейс является широко охватывающим инженерным решением, обеспечивающим взаимодействие человека–оператора с управляющими им конечных механизмов и контролем параметров входных сигналов. Графический интерфейс оператора может быть выполнен в соответствии со стандартами Windows Aero. Возможно применение шаблонов дизайна (классический, прозрачный, 3D) и цветовой палитры, которые могут быть централизованно адаптированы в любой момент. Дополнительную наглядность элементам управления WinCC придают такие эффекты, как прозрачность, тени, стили заливки, подсветка при наведении курсора. Новые графические возможности функционируют как под Windows7, так и под XP. Элементы управления WinCC для отображения графиков, сообщений и архивов пользователя были полностью переработаны и доступны как в предыдущей, так и в новой версии. Добавлен элемент управления для воспроизведения медиафайлов (gif/avi/jpeg/mpeg) и быстрые триггеры для анимации. Концепция объектного

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

инжиниринга позволяет централизованно редактировать прототипы и автоматически обновлять экземпляры. Усовершенствовано управление текстами. Новый редактор Text Distributor предназначен для экспорта и импорта текстов всех редакторов WinCC, а Text Library имеет механизм поиска неиспользуемых и отсутствующих текстов. Веб-клиент может быть запущен как в Internet Explorer, так и без него при помощи своего клиентского приложения, что повышает безопасность системы. Другие изменения: проект WinCC V7 может запускаться как служба, внутренние теги могут сохранять свои значения при завершении работы, пакет управления пользователями Simatic Logon уже включен в базовую поставку, количество лицензионных тегов удвоено с 256 до 512 и с 1024 до 2048. SIMATIC WinCC-базовые функциональные модули:

- WinCC Explorer. Быстрый обзор всех данных проекта, глобальных установок, запуска редакторов и режима Runtime, конфигурация системы «клиент-сервер», загрузка изменений проектанепосредственно в Runtime;

- Graphics Designer. Разработка мнемосхем с поддержкой централизованно изменяемых шаблонов дизайна, цветовой палитры, объектов пользователя. Динамизация осуществляется с помощью прямой привязки к тегам, динамических диалогов, визардов, скриптов на языках ANSI-C или VBS;

- Alarm Logging. Сбор и архивация сообщений, поддерживаются два метода генерации сообщений: периодический опрос тегов или прием пакетов ПЛК (штамп времени ПЛК). Сообщения могут генерировать звуковые сигналы;

- Tag Logging. Сбор, сжатие и архивирование тегов, база данных основана на MS SQL Server. Архивация производится циклически, или управляется событиями в системе, может производиться архивация отдельных тегов или целиком блоков данных ПЛК возможна конфигурация с центральным архивным сервером;

- Report Designer. Генерация отчетов в свободно программируемом формате, управляемая событиями или по времени. Возможна генерация протоколов сообщений, измеряемых величин и пользовательских отчетов. В отчет можно включать данные из CSV файлов и баз данных;

- Global Script. Программирование действий, производимых с графическими объектами, а также скриптов, выполняющихся в фоновом режиме, на языках ANSI-C или Visual Basic Scripts. Можно подключать динамические библиотеки DLL (только в ANSI-C) и работать с ActiveX объектами;

- User Administrator. Управление пользователями и уровнями доступа в проекте. Может интегрироваться в систему безопасности Windows при работе совместно с Simatic Logon. Поддерживается управление веб-пользователями для Web Navigator;

- Text Library и Text Distributor. Управление текстами и мультиязыковыми проектами. Поддерживается экспорт и импорт текстов из всех редакторов;

- Menu&Toolbar. Редактор, позволяющий создавать пользовательские меню и панели инструментов для экранов и окон;

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

– OS–Project Editor. Набор инструментов, таких как автопостроение иерархии мнемосхем, синхронизация времени в системе, конфигурация проектов с несколькими мониторами, контроль работоспособности устройств.

В комплект поставки WinCC входит набор каналов связи для подключения к ПЛК SIMATIC S5/S7. Для организации связи по MPI/PROFIBUS через CP 5611/5512/5711 дополнительное ПО и лицензии не требуются, в то время как для аппаратных карт CP5613/5623 необходима лицензия на протокол S7–5613. При подключении по Ethernet через стандартную сетевую карту лицензия Softnet–S7 IE Lean на 8 подключений уже входит в комплект поставки WinCC, полный пакет Softnet–S7 IE на 64 подключения приобретается дополнительно. При применении аппаратных Ethernet карт CP1613/1623 необходима лицензия S7–1613. Организация резервированного канала связи с дублированными ПЛК S7–400H возможна только при применении карт CP1613/1623 и S7–REDCONNECT. В поставку WinCC также входят коммуникационные каналы для Modbus TCP/IP, Allen Bradley Ethernet IP (Control Logix, PLC5, SLC50x), Mitsubishi семейств FX3U и Q [12].

2.4 Обзор схемы модернизации

АСКУ вентиляции здания распределена по 16 шкафам управления приточных, вытяжных установок. Каждый шкаф обеспечивает самостоятельное функционирование вентсистем, а также запуск в работу и останов в местном режиме управления, индикацию состояния оборудования.

В каждом шкафу будет перемонтирован и установлен ПЛКС7–1200 с необходимым набором УСО ввода–вывода и необходимыми схемными элементами. К шкафу с помощью кабельных линий подключаются датчики и исполнительные устройства. Для реализации функций операторского контроля и управления шкафы объединены в локальную вычислительную сеть Ethernet построенную на 3 десятипортовых неуправляемых коммутаторах SIEMENS Scalance X108. Одним из абонентов ЛВС является компьютер оператора.

Программное обеспечение ПЛК будет разработано в среде программирования TIA Portal v15 производства компании Siemens.

Программное обеспечение операторского компьютера так же будет разработано в среде программирования TIA Portal v15 с помощью человеко–машинного интерфейса WinCC производства компании Siemens.

Вывод по разделу 2

Выбрав аппаратно–программный комплекс в виде контроллеров S7–1200 и программного обеспечения в виде SCADA–системы TIA Portal с инструментом человеко–машинного интерфейса WinCC, так же имея понимание, что представляет из себя схема модернизации, можно приступать к практической части и начать разрабатывать программный комплекс управления АСКУ приточно–вытяжной системы.

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

3 РАЗРАБОТКА АСКУ

3.1 Структурная и функциональная часть АСКУ

Первым этапом необходимо реализовать структурную часть. Понимание структуры хорошо помогает как при проектировании в целом, так и при написании программы.

На рисунках 5 и 6 представлены детализированные схемы работы элементов как в трубопроводе, так и вне, приточной и вытяжных систем.

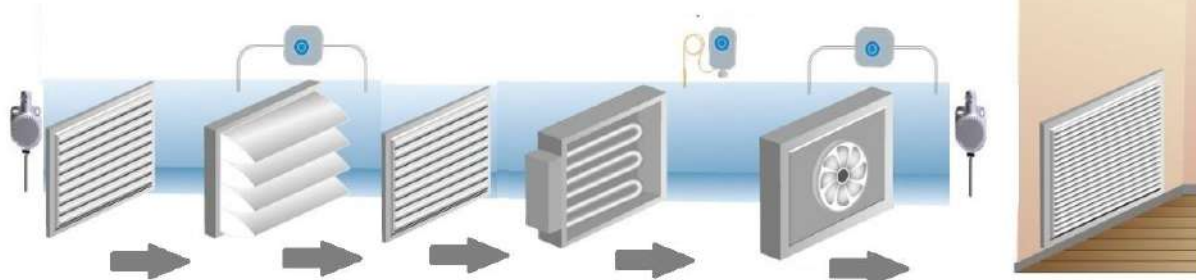


Рисунок 5 – Приточная система

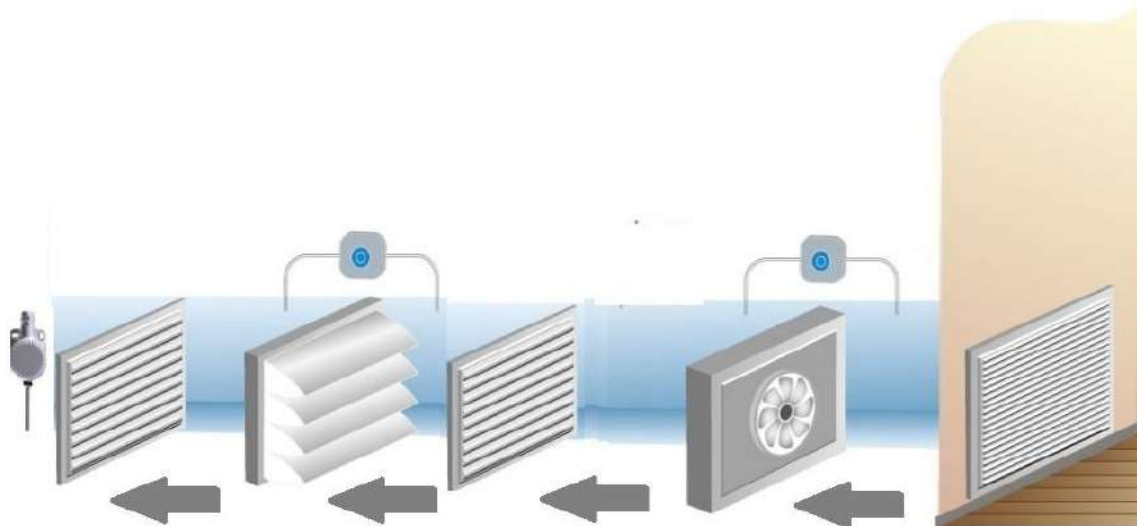


Рисунок 6 – Вытяжная система

В данном цветном варианте мы более детально можем увидеть последовательное расположение всех электрических и механических компонентов, а также направление потока воздуха от улицы к помещениям и наоборот. Далее на рисунке 7 представлена новая структурная схема от нижнего до верхнего уровня в виде подключения исполнительных механизмов к новым контроллерам Siemens, которые свою очередь подключены к рабочей станции верхнего уровня через коммутатор [27].

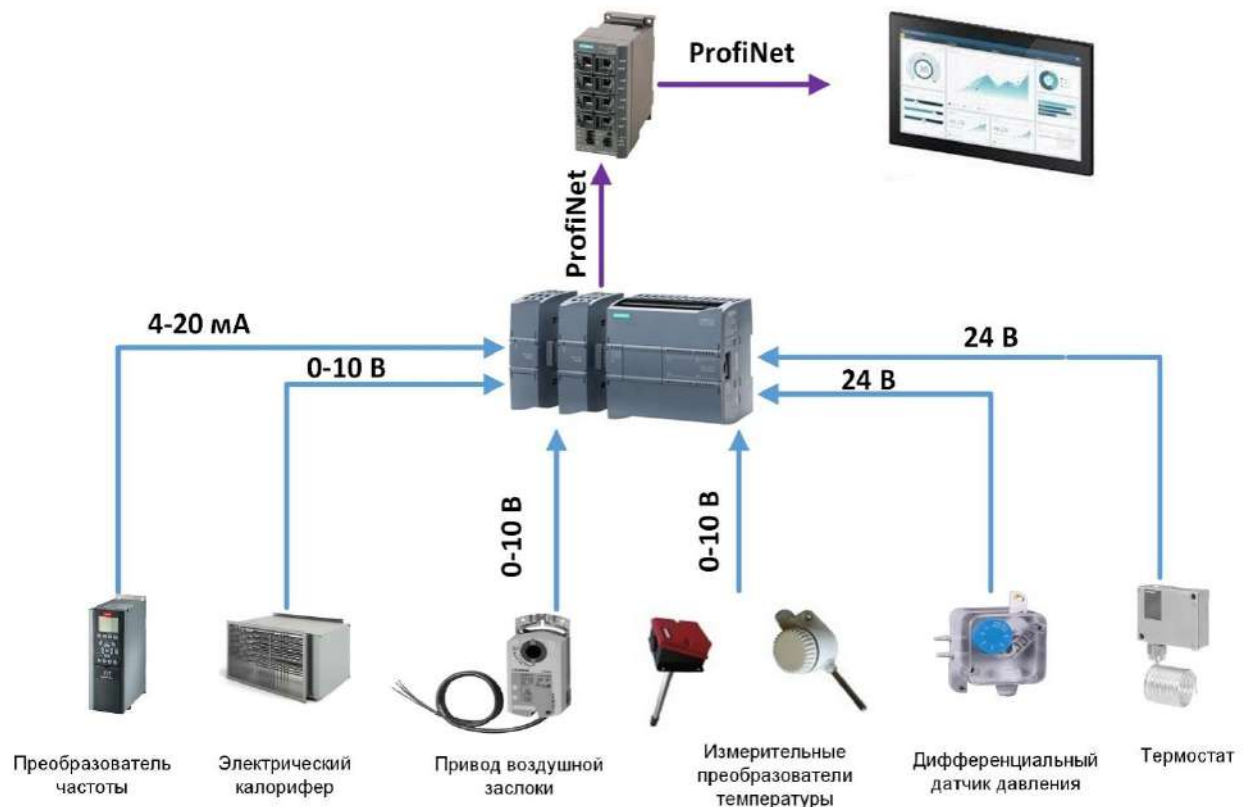


Рисунок 7 – Структурная схема

Далее на рисунке 8 представлена новая сетевая схема. На ней изображены 16 контроллерных шкафов, которые в свою очередь собираются воедино и через шкаф с коммутатором подключены к компьютеру оператора.

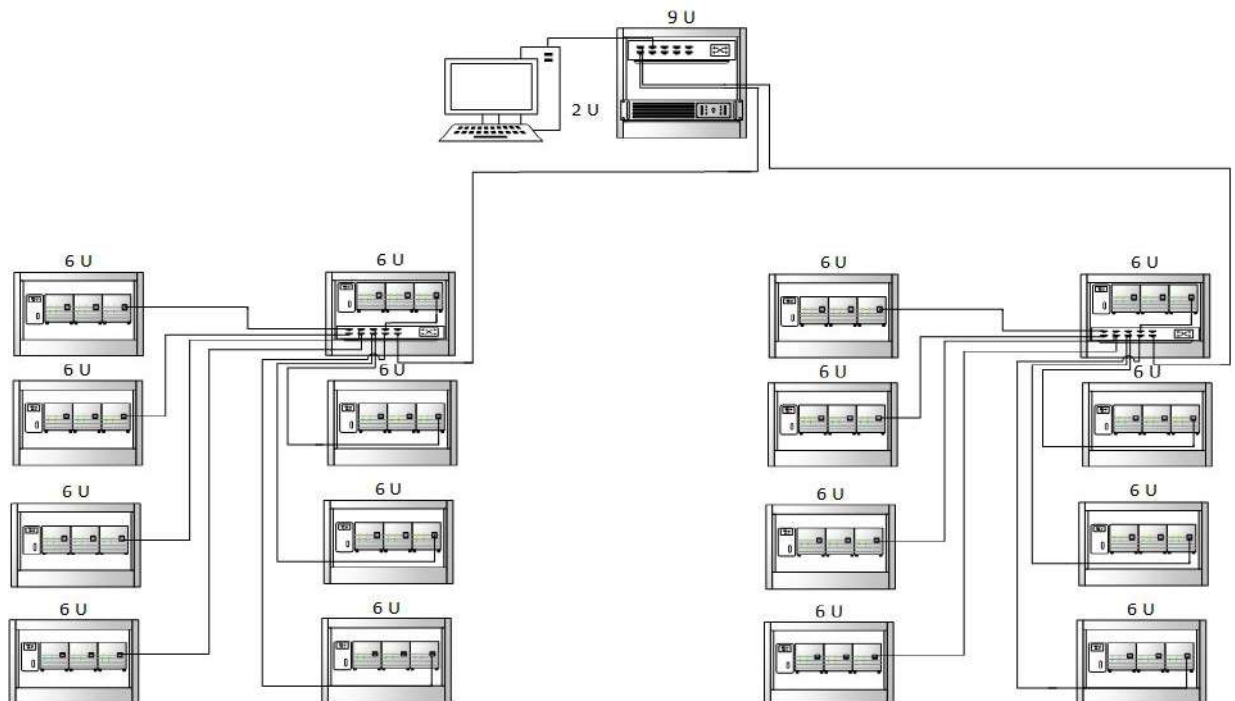


Рисунок 8 – Сетевая схема контроллеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.2 Принципиальная схема

Так как в ходе нашей модернизации старые контроллеры, были заменены на новые контроллеры и модули ввода–вывода от компании Siemens, то для их замены понадобятся новые принципиальные схемы подключения. Которые были разработаны и представлены на рисунках 9 – 16.

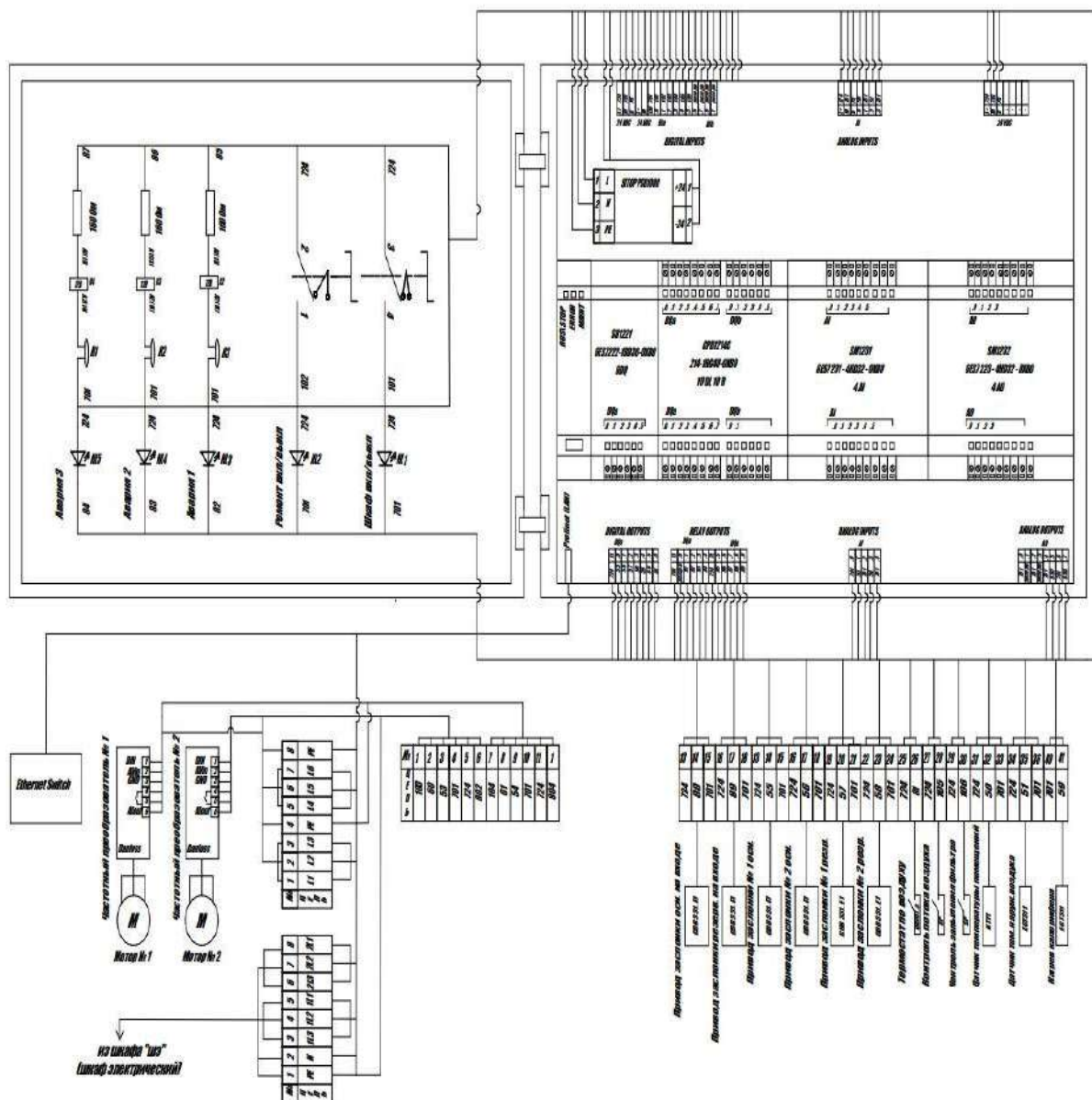


Рисунок 9 – Общая принципиальная схема шкафа приточной вентиляции

На данной схеме расположен шкаф приточной вентиляции, внутри которого расположены модули ввода–вывода и блок питания.

На лицевой стенке шкафа два выключателя отвечающие за включение, выключение шкафа и постановки шкафа на ремонт, светодиодные сигнальные лампочки, три звонка оповещений [38].

Ниже расположены исполнительные элементы в виде заслонок трубопроводов, двух моторов, термостата, нагревателя калорифера, частотных преобразователей, а также датчиков таких как: датчик температуры наружного воздуха, датчик температуры помещений, дифференциальный датчик давления. Так же на схеме расположен сетевой коммутатор.

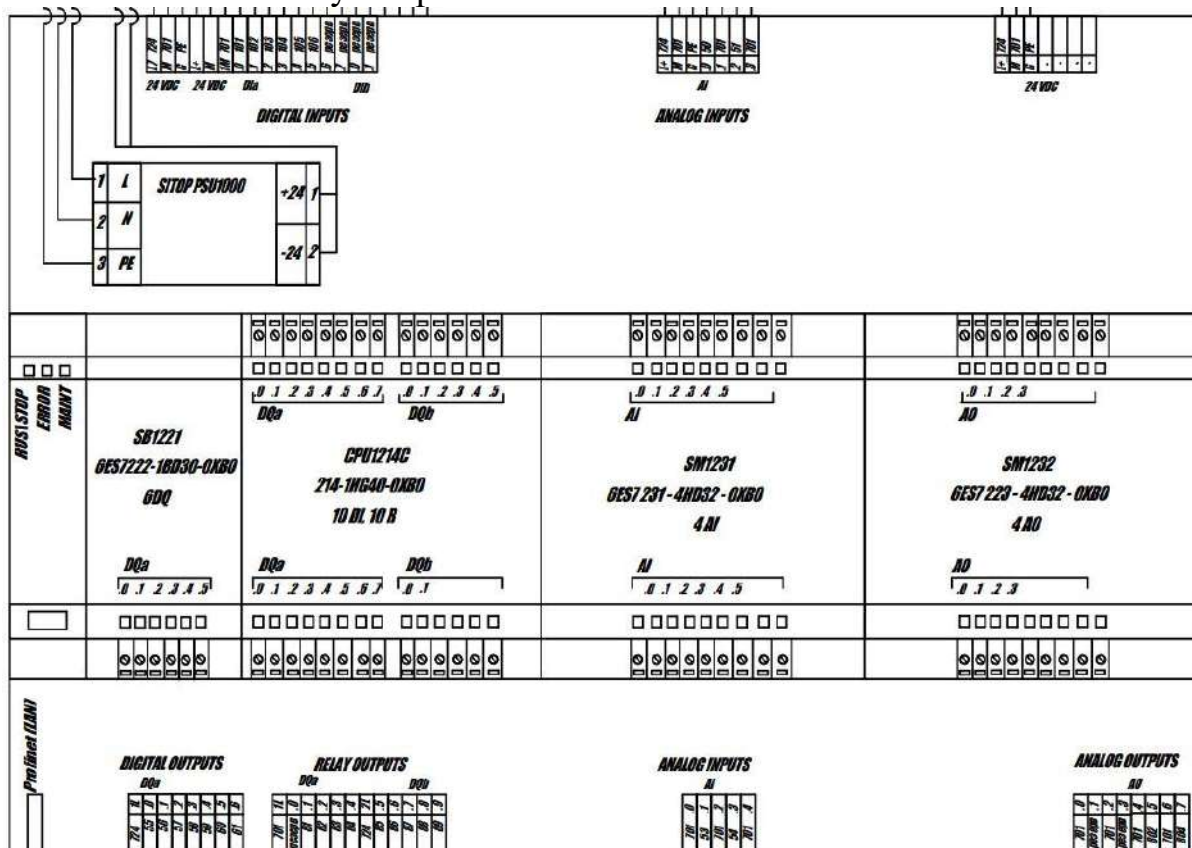


Рисунок 10 – Внутренняя часть шкафа приточной вентиляции

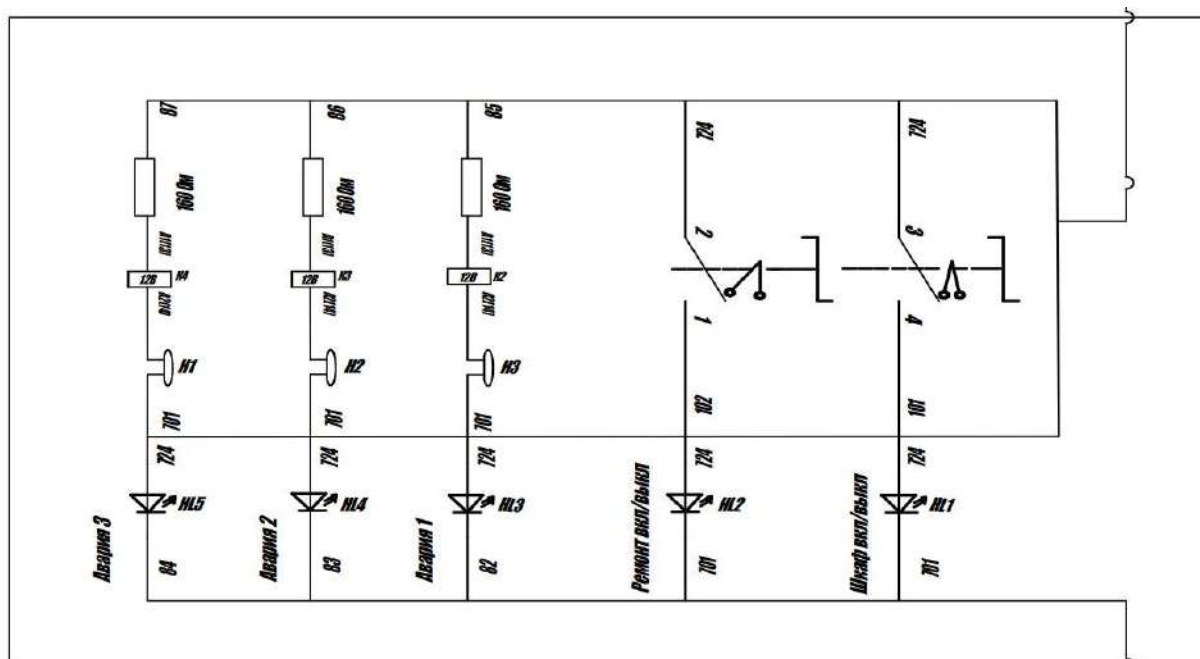


Рисунок 11 – Лицевая часть шкафа приточной вентиляции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

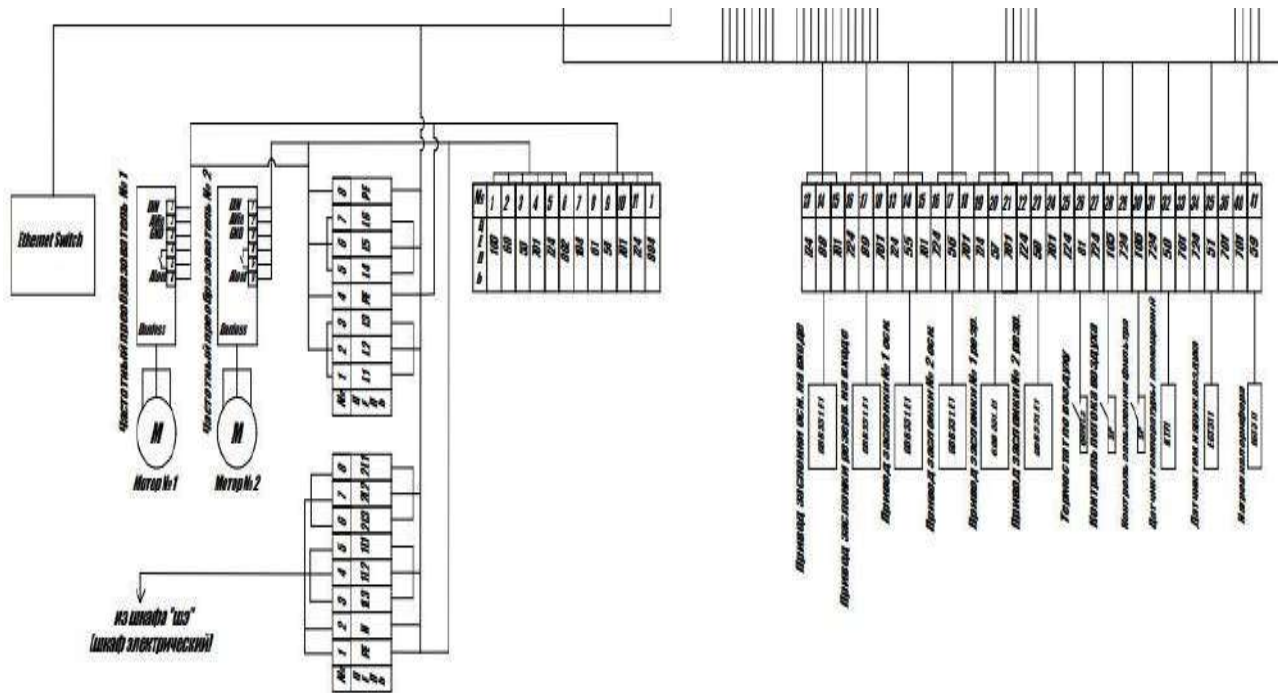


Рисунок 12 – Нижняя часть принципиальной схемы приточной вентиляции

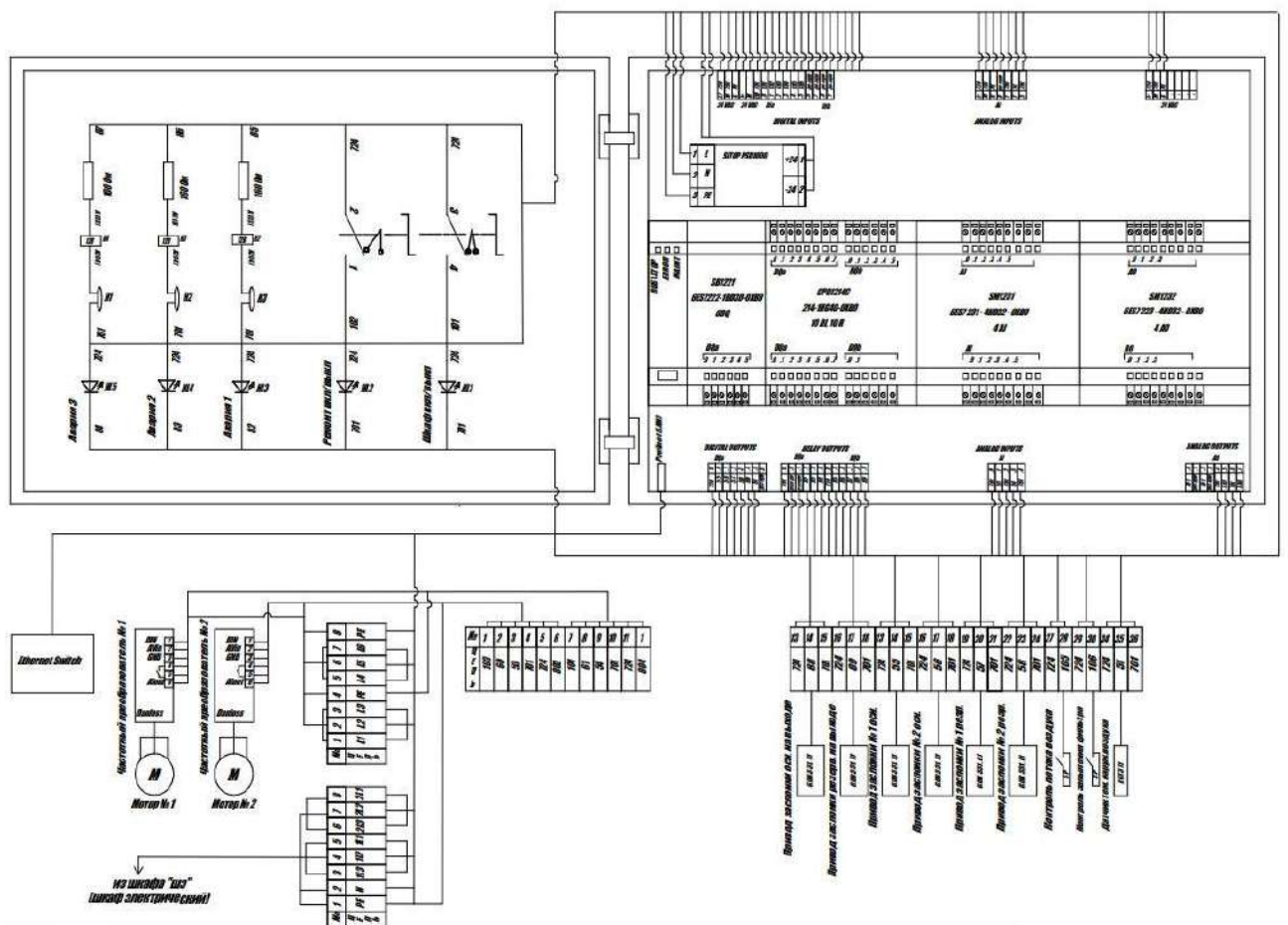


Рисунок 13 – Общая принципиальная схема вытяжной вентиляции

На данной схеме расположен шкаф вытяжной вентиляции, внутри которого расположены модули ввода-вывода и блок питания. На лицевой стенке шкафа два выключателя отвечающие за включение, выключение шкафа и постановки шкафа на ремонт, светодиодные сигнальные лампочки, три звонка оповещений. Ниже расположены исполнительные элементы в виде заслонок трубопроводов, двух моторов, частотных преобразователей, а также датчиков таких как: датчик температуры наружного воздуха, дифференциальный датчик давления. Так же на схеме расположен сетевой коммутатор.

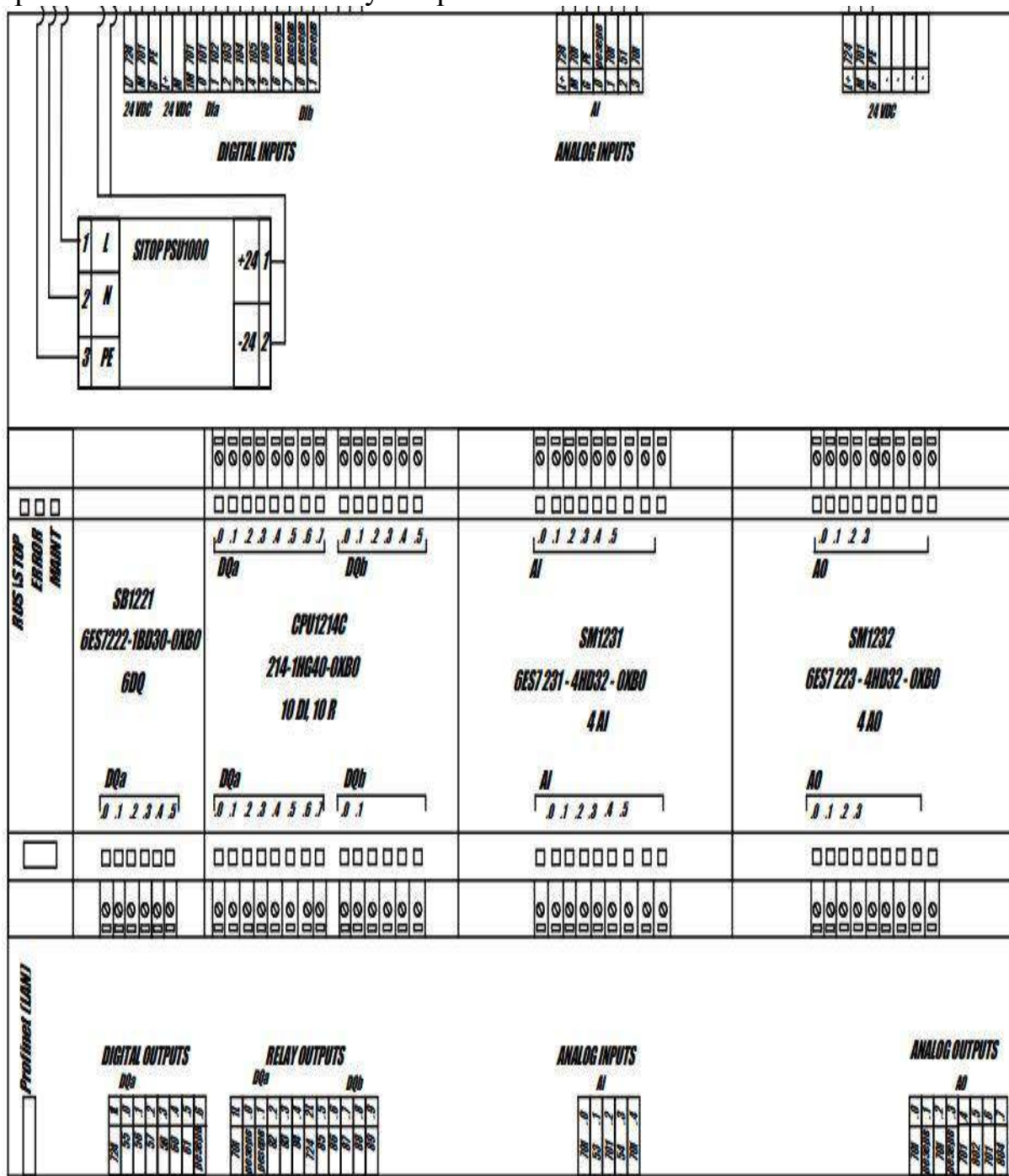


Рисунок 14 – Внутренняя часть шкафа вытяжной вентиляции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР

Лист

29

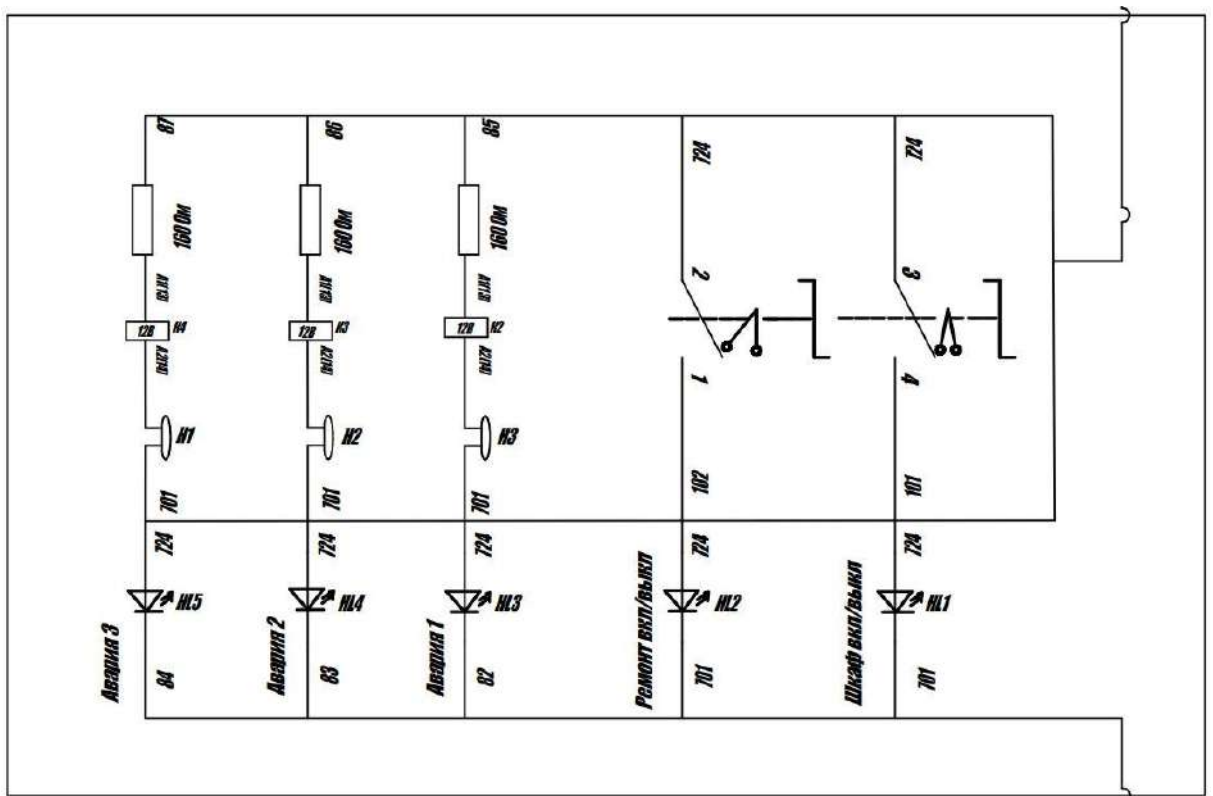


Рисунок 15 – Лицевая часть шкафа вытяжной системы

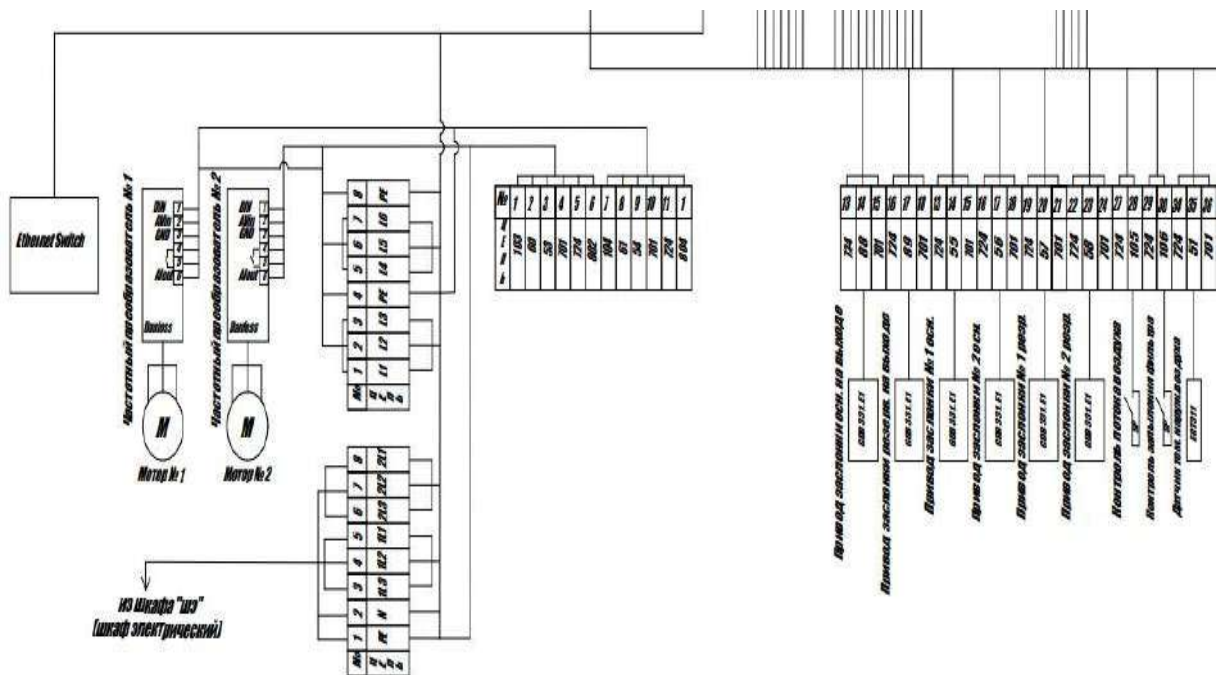


Рисунок 16 – Нижняя часть принципиальной схемы вытяжной вентиляции

3.3 Разработка программного обеспечения АСКУ

Разработка программного обеспечения для модернизированной АСКУ будет происходить в два этапа, таких как: создание блок-схема процессов; разработано программное обеспечение.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Этап первый. Зная алгоритм работы АСКУ до модернизации, создаем блок-схемы с учётом всех недоработок. На рисунках 17 и 18 представлены блок-схемы приточной и вытяжной вентиляции.

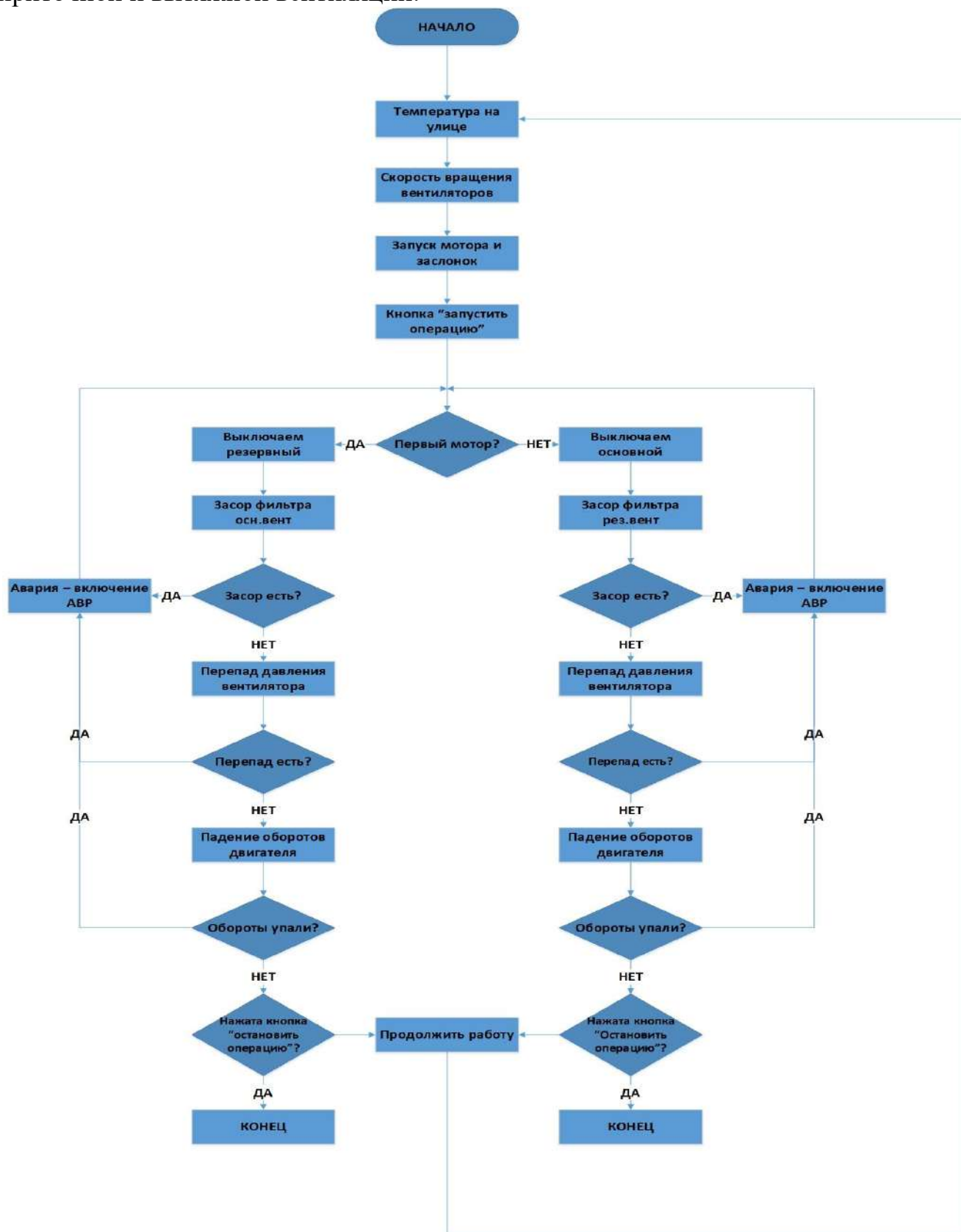


Рисунок 17 – Блок-схема процессов вытяжной вентиляции

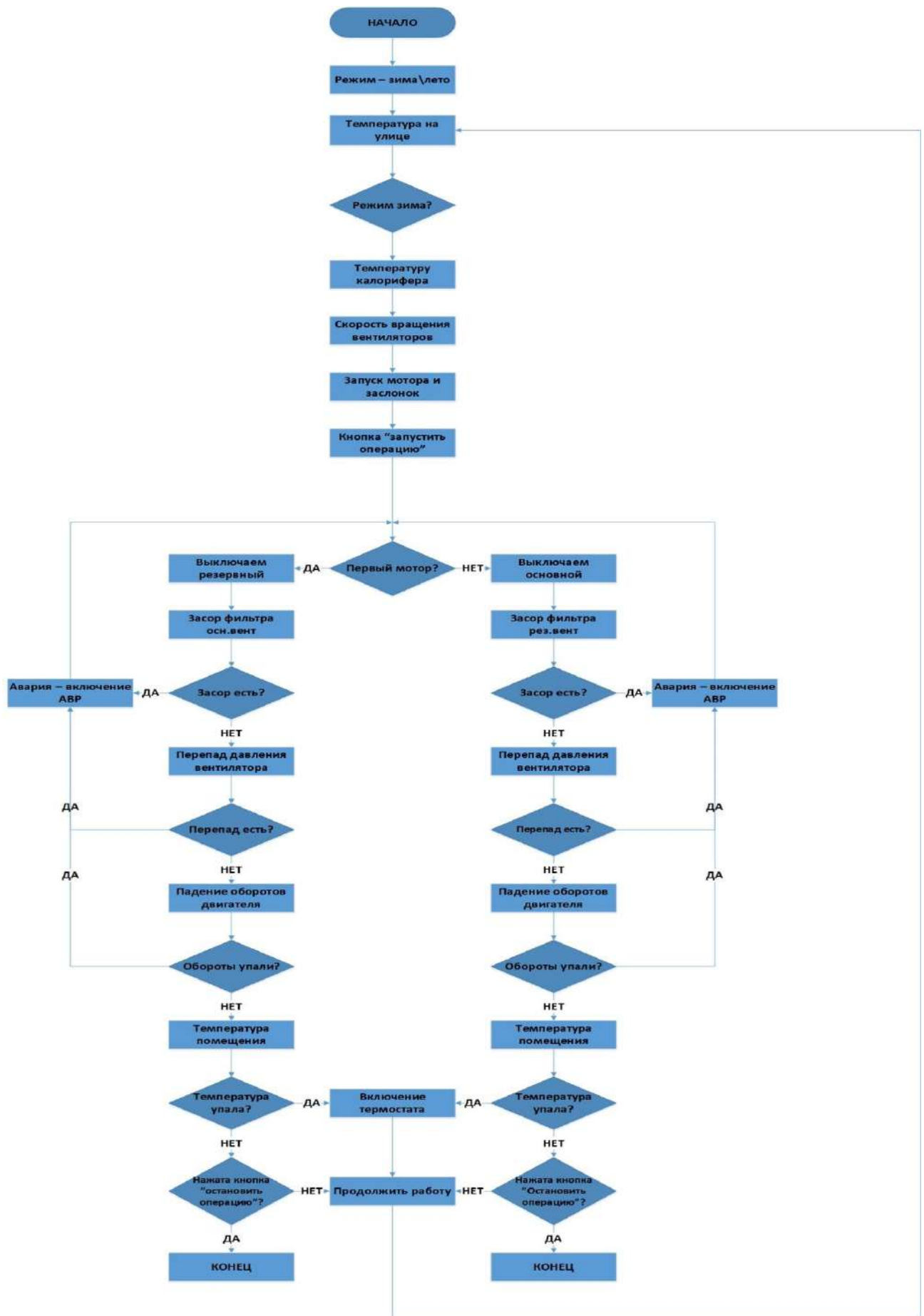


Рисунок 18 – Блок-схема процессов приточной вентиляции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР

Лист

32

Этап второй. Для начала в среде программирования TIA Portal v15 добавляем уже ранее выбранные нами ПЛК, модули ввода–вывода из каталога оборудования, так же добавляем персональный компьютер. В нашем случае оборудование необходимо добавить для 8 шкафов приточной вентиляции и для 8 шкафов вытяжной вентиляции. На рисунке 19 продемонстрирован пример каталога оборудования из среды TIA Portal.

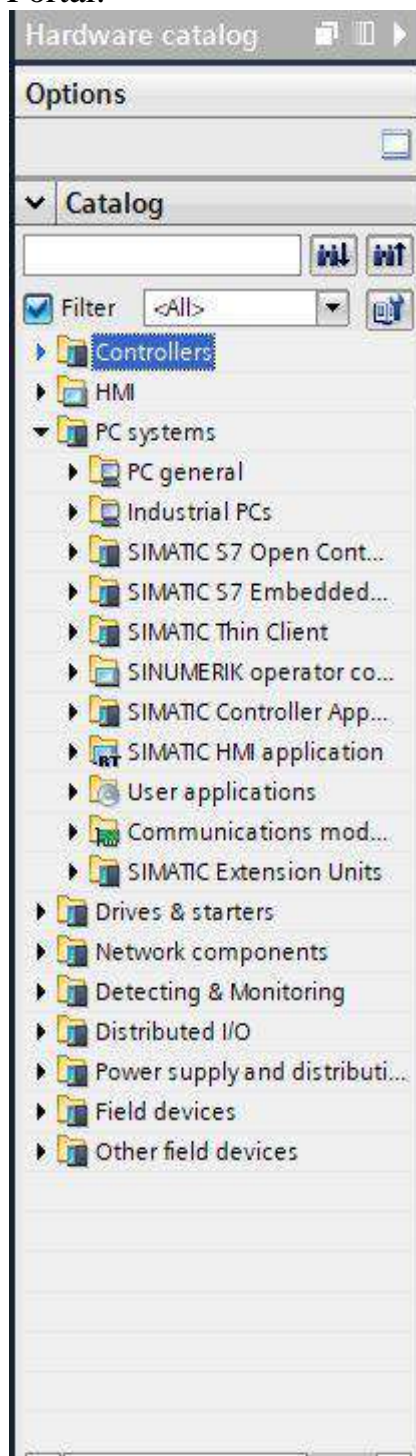


Рисунок 19 – Пример каталога оборудования

Из наших принципиальных схем были составлены списки входов–выходов для ПЛК приточных и вытяжных шкафов, которые представлены в таблицах 2 и 3.

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Таблица 2 – Входы–выходы для ПЛК приточной вентиляции

Наименование устройства	Дискретный вход	Дискретный выход	Аналоговый вход	Аналоговый выход
Включение мотора 1		+		
Включение мотора 2		+		
Состояние мотора 1	+			
Состояние мотора 2	+			
Показания частоты мотора 1			+	
Показания частоты мотора 2			+	
Управление частотой мотора 1				+
Управление частотой мотора 2				+
Привод заслонки основной на входе		+		
Привод заслонки резервной на входе		+		
Привод заслонки основной на выдув № 1		+		
Привод заслонки основной на выдув № 2		+		
Привод заслонки резервной на выдув № 1		+		
Привод заслонки резервной на выдув № 2		+		
Термостат		+		
Диф. датчик на фильтр	+			
Диф. датчик на жалюзи	+			
Датчик температуры наруж. Воздуха			+	
Датчик температуры помещений			+	
Нагрев калорифера		+		
Щит упр. вкл/выкл	+			
Ремонт вкл/выкл	+			
Лампочка – Авария 1 падение оборотов		+		
Лампочка – Авария 2 перепад давления		+		
Лампочка – Авария 3 засор фильтра		+		
Звонок – Авария 1 падение оборотов		+		
Звонок – Авария 2 Перепад давления		+		
Звонок – Авария 3 засор фильтра		+		

Таблица 3 – Входы–выходы для ПЛК вытяжной вентиляции

Наименование устройства	Дискретный вход	Дискретный выход	Аналоговый вход	Аналоговый выход
Включение мотора 1		+		
Включение мотора 2		+		
Состояние мотора 1	+			
Состояние мотора 2	+			
Показания частоты мотора 1			+	
Показания частоты мотора 2			+	
Управление частотой мотора 1				+
Управление частотой мотора 2				+
Привод заслонки основной на входе		+		
Привод заслонки резервной на входе		+		
Привод заслонки основной на выдув № 1		+		
Привод заслонки основной на выдув № 2		+		
Привод заслонки резервной на выдув № 1		+		
Привод заслонки резервной на выдув № 2		+		
Диф. датчик на фильтр	+			
Диф. датчик на жалюзи	+			
Датчик температуры наруж. воздуха			+	
Щит упр. вкл/выкл	+			
Ремонт вкл/выкл	+			
Лампочка – Авария 1 падение оборотов		+		
Лампочка – Авария 2 перепад давления		+		
Лампочка – Авария 3 засор фильтра		+		
Звонок – Авария 1 падение оборотов		+		
Звонок – Авария 2 Перепад давления		+		
Звонок – Авария 3 засор фильтра		+		

Заполняем входы–выходы по аналогии с таблицами. Пример заполнения представлен на рисунке 20.

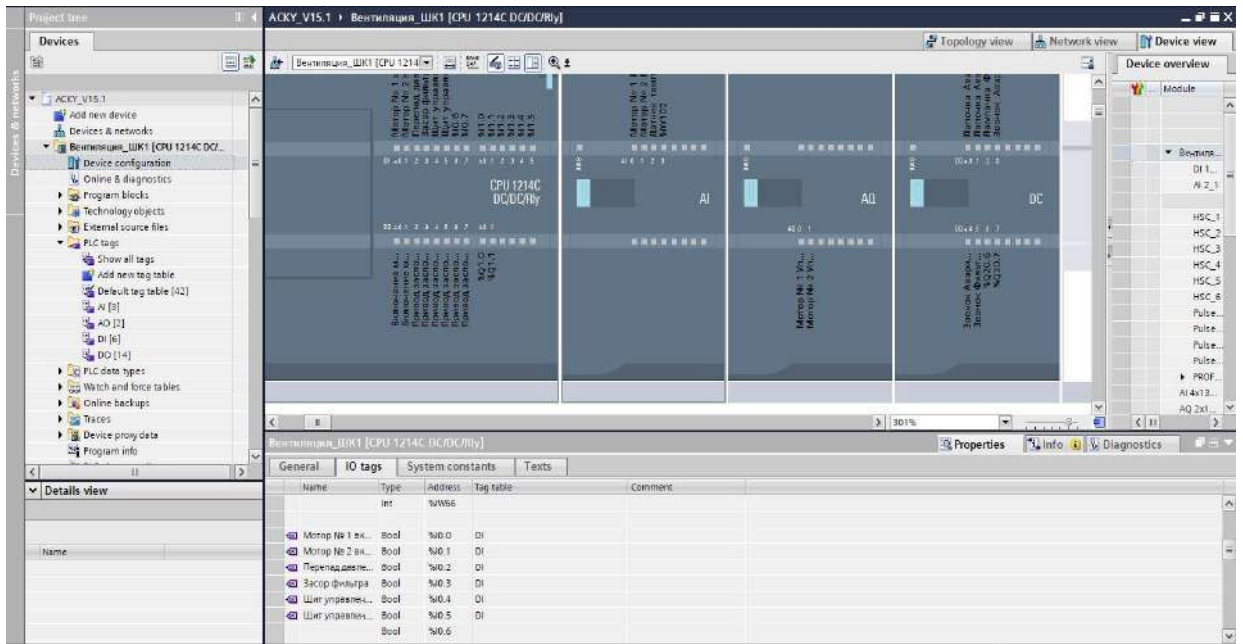


Рисунок 20 – Заполнение входов-выходов

Далее соединяем между собой все добавленные устройства и получаем сеть по аналогии с сетью контроллеров придавленную в структурной части АСКУ. Полученная сеть контроллеров представлена на рисунке 21.

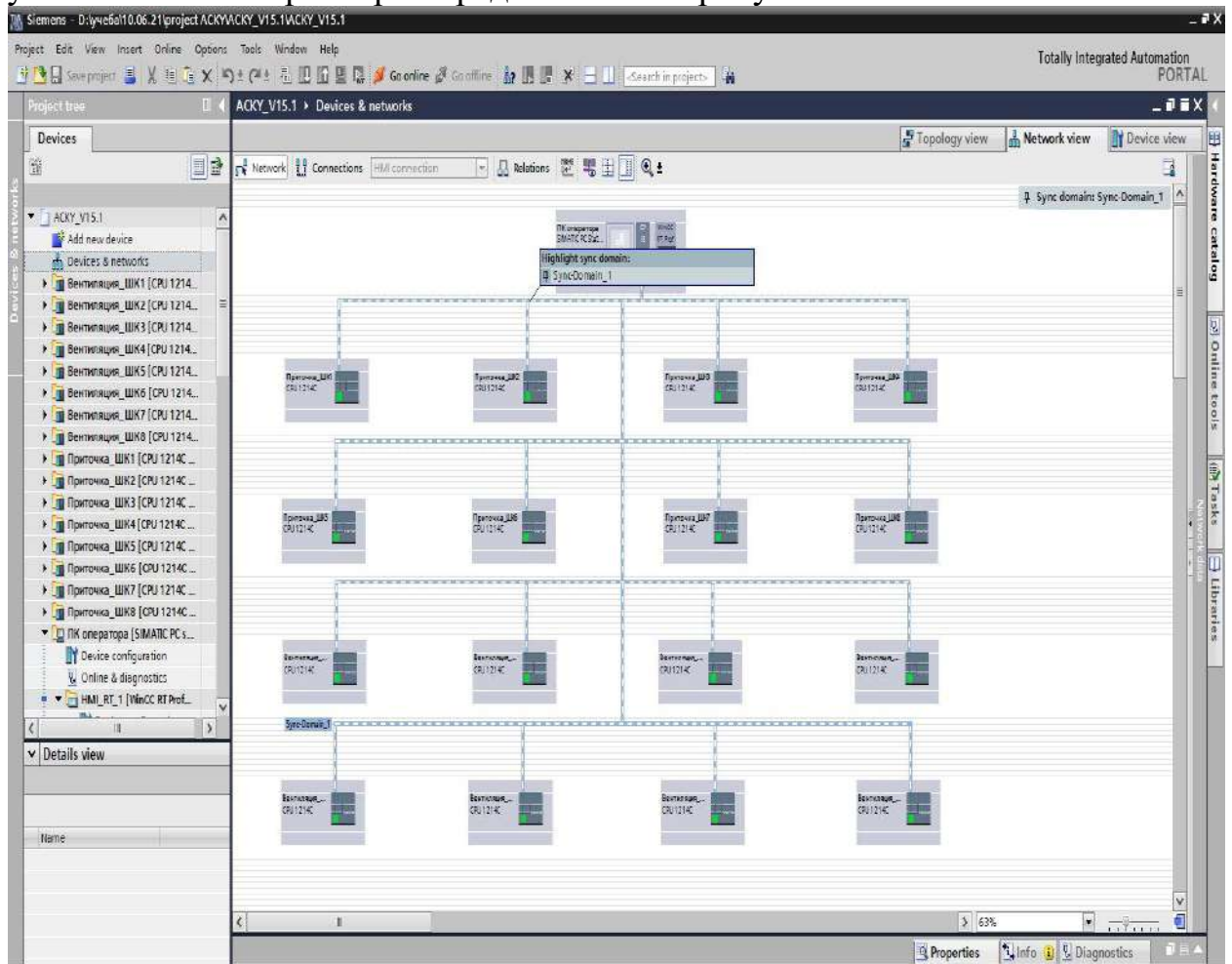


Рисунок 21 – Сеть контроллеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Далее для нарисованных экранов создаем переменные и привязываем их к элементам экрана. Пример нарисованного экрана и привязки переменных представлены на рисунках 22, 23.

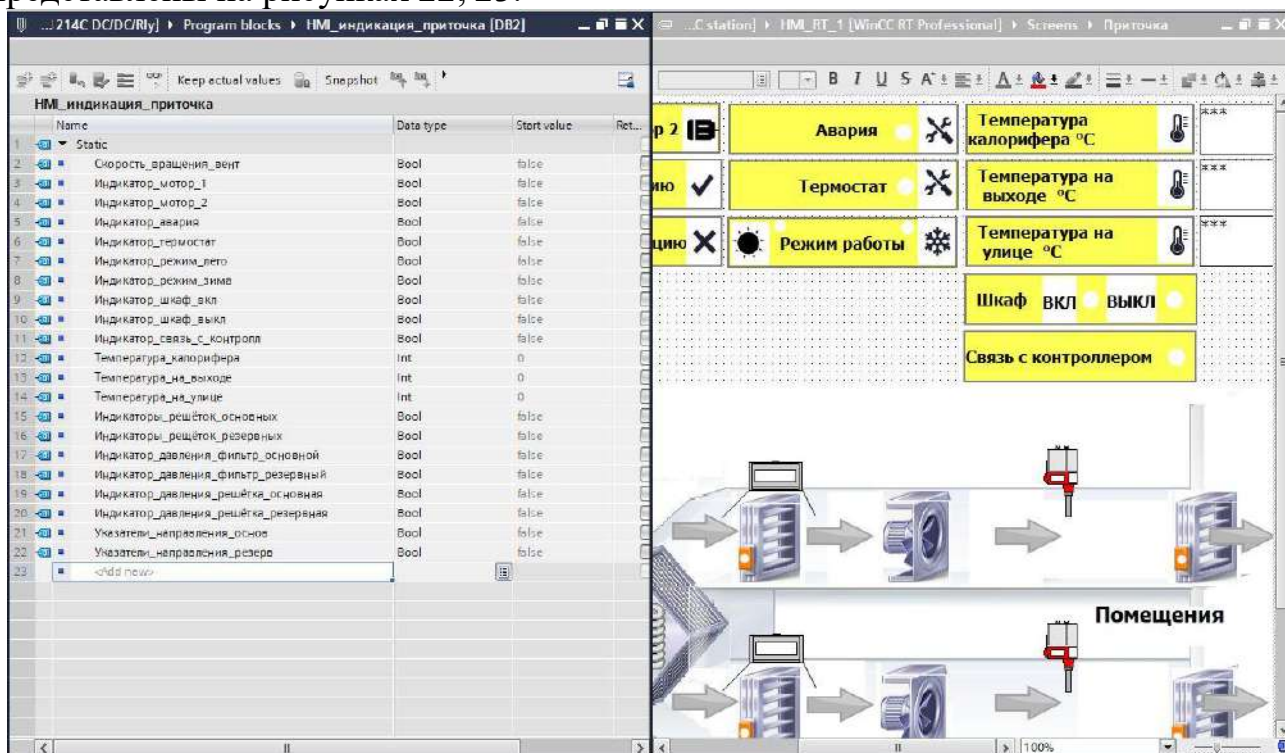


Рисунок 22 – Переменные для экрана

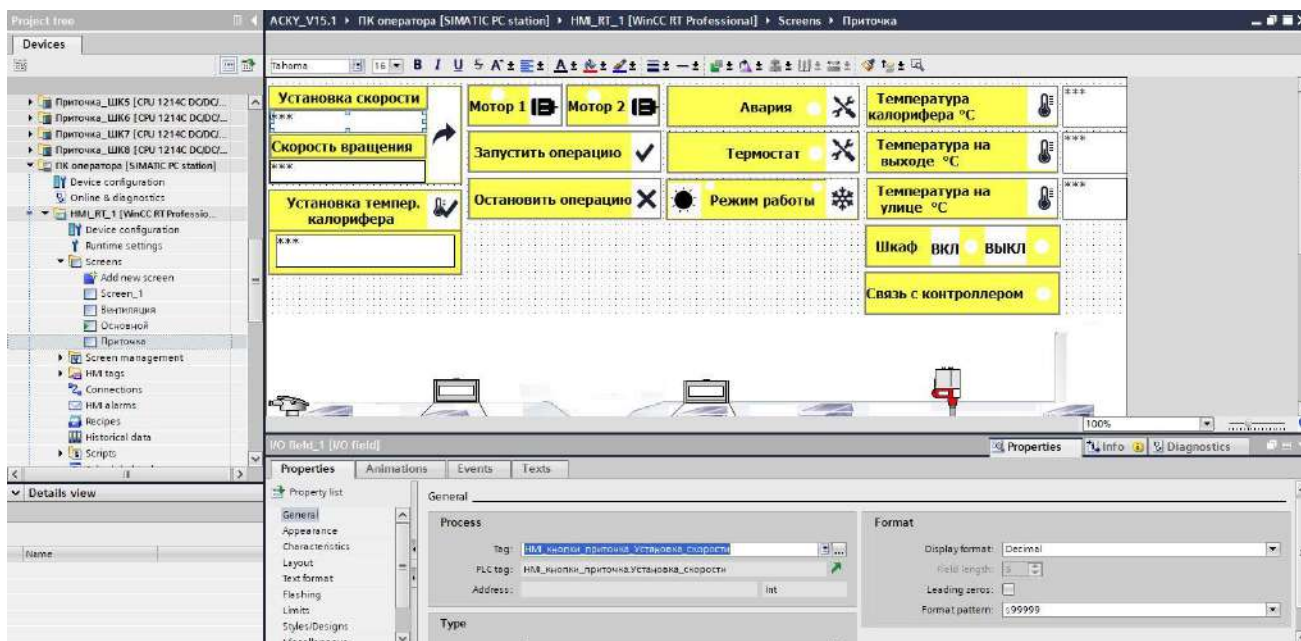


Рисунок 23 – Привязка переменных

Так же данным переменным задаем различные состояния, например, переход на другую страницу или подсветить определенным цветом при нажатии. Готовые экраны АСКУ представлены на рисунках 24, 25, 26.

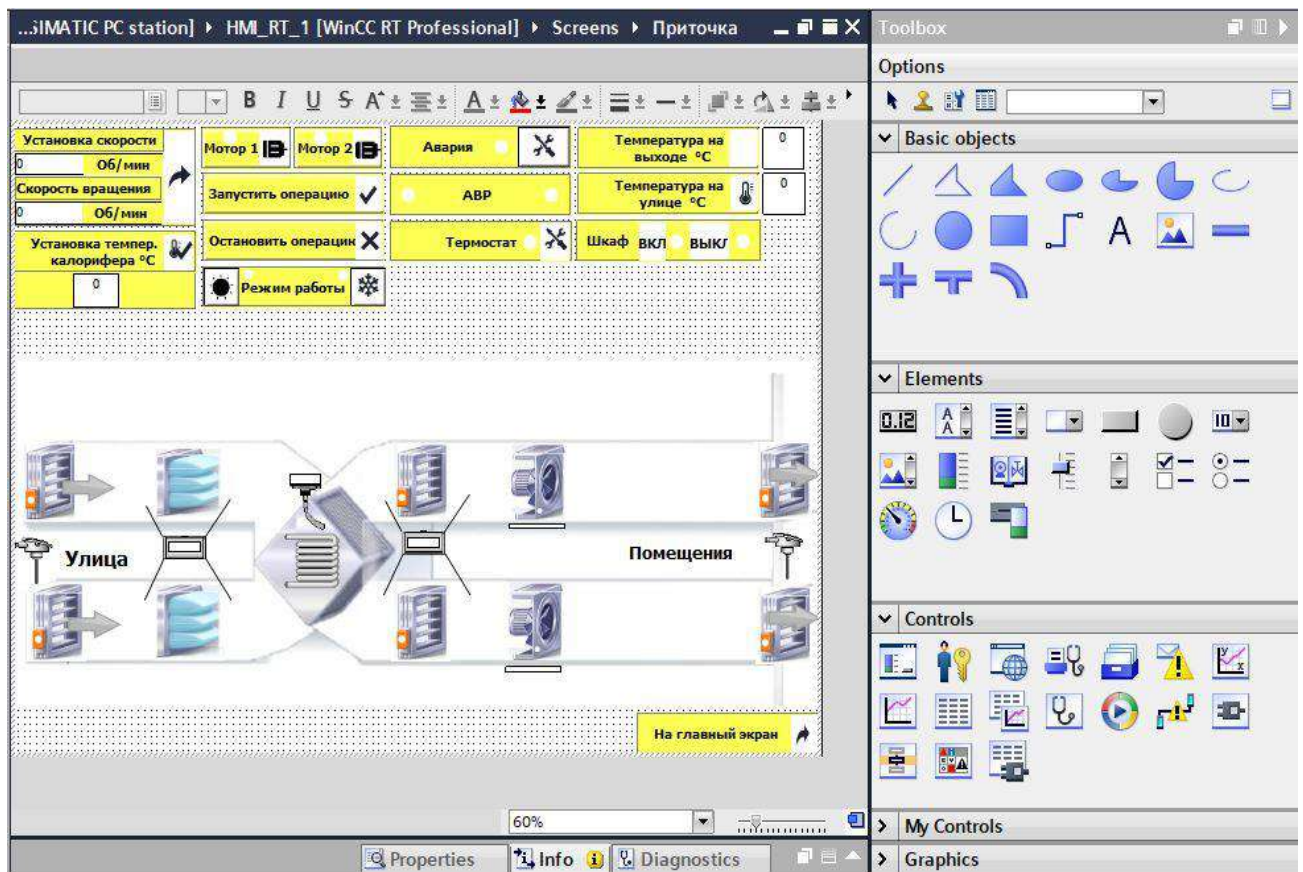


Рисунок 24 – Готовый экран приточной вентиляции

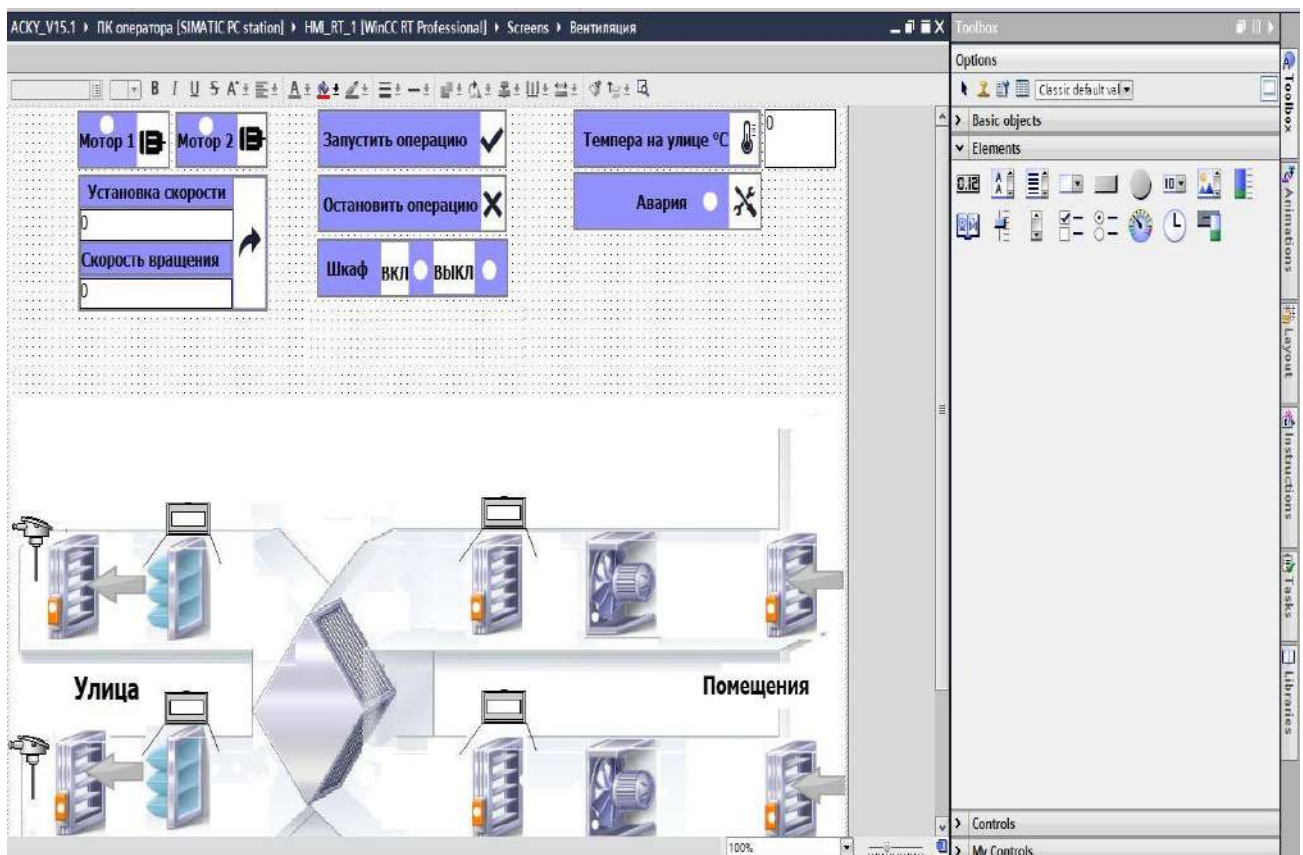


Рисунок 25 – Готовый экран вытяжной вентиляции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР

Лист

38

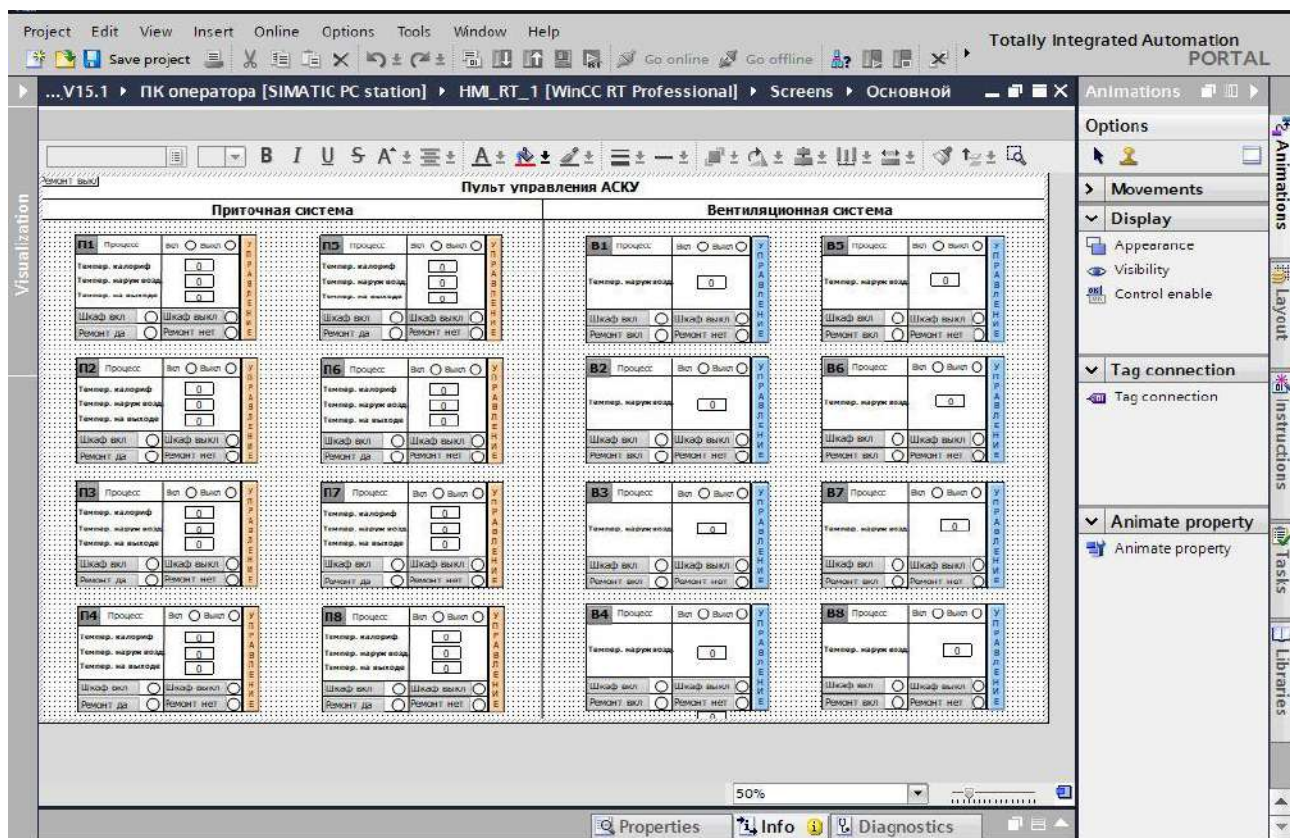


Рисунок 26 – Главный пульт управления АСКУ

После того как наши экраны готовы, пишется код программы. Новая программа для модернизированной АСКУ была написана на языке SCL. Данный язык очень прост в понимании и написании, он является Pascal подобным языком, поэтому трудностей в программировании на нём возникает. Так же в TIA Portal предусмотрена большая библиотека с уже готовыми функциями, а сам кодовый редактор очень удобен в использовании. Ниже на рисунках приведен листинг программы и его описание. Представлен в большей степени будет код приточной системы, так как код программ почти одинаков как для приточной системы, так и для вытяжной, за исключением тех моментов, что в приточной системе больше элементов в виде датчиков.

```
// Включение мотора 1 или 2, индикации моторов
IF "НМ1_кнопки_приточки".Пуск мотор_1 = 1 THEN
  "Включение мотора № 1" := 1;
  "НМ1_кнопки_приточки".Пуск мотор_1 := 0;
  "НМ1_индикация_приточки".Индикатор мотор_1 := 1;
  "Включение мотора № 2" := 0;
ELSIF
  "НМ1_кнопки_приточки".Пуск мотор_2 = 1 THEN
  "Включение мотора № 2" := 1;
  "НМ1_кнопки_приточки".Пуск мотор_2 := 0;
  "НМ1_индикация_приточки".Индикатор мотор_2 := 1;
  "Включение мотора № 1" := 0;
END_IF;
```

Рисунок 27 – Программный код включения мотора № 1 или № 2 и индикация моторов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

При нажатии кнопки происходит включение мотора, и установка индикатора мотор включен.

```
//Включение калорифера
IF ("HMI_индикация_приточки".Индикатор_режим_зима = 1)
  AND ("HMI_кнопки_приточки".Установка_темпер_калориф > 0)
  AND ("HMI_индикация_приточки".Температура_на_выходе < 35)
THEN
  "Нагрев калорифера" := 1;
ELSE
  "Нагрев калорифера" := 0;
END_IF;
```

Рисунок 28 – Программный код включения/отключения калорифера

Если приточная вентиляция работает в зимнем режиме и выставленная температура для калорифера выше 0 градусов, но больше 35 градусов, то калорифер включен, иначе выключен.

```
//Термостат вкл
IF ("Нагрев калорифера" = 1) AND ("HMI_индикация_приточки".Температура_на_выходе < 10) THEN
  "Термостат по воздуху" := 1;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_термостат := 1;
END_IF;
//Термостат выкл
IF ("Термостат по воздуху" = 1) AND ("HMI_индикация_приточки".Температура_на_выходе > 10) THEN
  "Термостат по воздуху" := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_термостат := 0;
END_IF;
```

Рисунок 29 – Программный код включения/отключения термостата приточной вентиляции

Для поддержания исправной работы калорифера и для поддержания постоянного тепла используется термостат. Если калорифер включен, а температура выходящей воздушной массы падает ниже 10 градусов, то термостат включается, как только температура выходящей воздушной массы поднимается выше 10 градусов, термостат отключается.

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

```

//Режим зима/лето
IF "NMI_кнопки_приточки".Лето THEN
    "NMI_индикация_приточки".Индикатор_режим_лето := 1;
    "NMI_индикация_приточки".Индикатор_режим_зима := 0;
    "NMI_кнопки_приточки".Лето := 0;
ELSIF
    "NMI_кнопки_приточки".Зима THEN
    "NMI_индикация_приточки".Индикатор_режим_зима := 1;
    "NMI_индикация_приточки".Индикатор_режим_лето := 0;
    "NMI_кнопки_приточки".Зима := 0;
END_IF;

```

Рисунок 30 – Программный код включения/отключения режима зима/лето

Нажатием кнопок выбирается, в каком режиме будет работать наша приточная система. Так же выбранный режим подсвечивается световым индикатором.

```

//Индикация о постановки на ремонт
IF "Ремонт вкл/выкл" = 1 THEN
    "NMI_индикация_приточки".Ремонт_да := 1;
    "NMI_индикация_приточки".Ремонт_нет := 0;
ELSIF
    "Ремонт вкл/выкл" = 0 THEN
    "NMI_индикация_приточки".Ремонт_нет := 1;
    "NMI_индикация_приточки".Ремонт_да := 0;
END_IF;

```

Рисунок 31 – Программный код индикации постановки на ремонт

Если кнопку на щитке переведут в состояние ремонта, то это состояние будет продублировано на пульте оператора.

```

//Индикации о состоянии шкафа
IF "Щит управления вкл/выкл" = 1 THEN
    "NMI_индикация_приточки".Индикатор_шкаф_вкл := 1;
    "NMI_индикация_приточки".Индикатор_шкаф_выкл := 0;
ELSIF
    "Щит управления вкл/выкл" = 0 THEN
    "NMI_индикация_приточки".Индикатор_шкаф_выкл := 1;
    "NMI_индикация_приточки".Индикатор_шкаф_вкл := 0;
END_IF;

```

Рисунок 32 – Программный код состояния щита включен/выключен

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

В зависимости от положения кнопки включения/отключения щита состояние дублируется на экран оператора.

```

//ЗАПУСК ОПЕРАЦИИ М 1
IF "HMI_кнопки_приточки".Пуск_мотор_1 = 1 AND ("Включение мотора № 1" = 1) THEN
    "Мотор № 1 включен" := 1;
    "Мотор № 2 включен" := 0;
    "HMI_кнопки_приточки".Пуск_мотор_1 := 0;
ELSIF
    "HMI_кнопки_приточки".Пуск_мотор_2 = 1 AND ("Включение мотора № 1" = 1) THEN
    "Мотор № 2 включен" := 1;
    "Мотор № 1 включен" := 0;
    "HMI_кнопки_приточки".Пуск_мотор_2 := 0;
END_IF;
//Мотор_1
IF ("HMI_кнопки_приточки".Остановить_операцию = 0)
AND ("HMI_кнопки_приточки".Ремонт_окончен = 0)
AND ("HMI_кнопки_приточки".Запуск_операции = 1)
AND ("Мотор № 1 включен" = 1)
AND ("HMI_индикация_приточки".Индикатор_авария = 0)
THEN
    "Мотор № 1 Управления частотой(скоростью)" := "HMI_кнопки_приточки".Установка_скорости;
    "HMI_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент := "Мотор № 1 Управления частотой(скоростью)";
    "Мотор № 1 показания частоты(скорости)" := "HMI_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент;
    "Привод заслонки осн. на взесе" := 1;
    "Привод заслонки № 2 осн. на выдуве" := 1;
    "Привод заслонки № 3 осн. на выдуве" := 1;
    "HMI_индикация_приточки".Указатели_направления_основ := 1;
    "HMI_индикация_приточки".Индикаторы_решёток_основных := 1;
    "HMI_кнопки_приточки".Запуск_операции := 0;
    "HMI_индикация_приточки".Процесс_вкл := 1;
    "HMI_индикация_приточки".Процесс_выкл := 0;
END_IF;
//Мотор_2
IF ("HMI_кнопки_приточки".Остановить_операцию = 0)
AND ("HMI_кнопки_приточки".Ремонт_окончен = 0)
AND ("HMI_кнопки_приточки".Запуск_операции = 1)
AND ("Мотор № 2 включен" = 1)
AND ("HMI_индикация_приточки".Индикатор_авария = 0)
THEN
    "Мотор № 2 Управление частотой(скоростью)" := "HMI_кнопки_приточки".Установка_скорости;
    "HMI_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент := "Мотор № 2 показания частоты(скорости)";
    "Мотор № 2 показания частоты(скорости)" := "HMI_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент;
    "Привод заслонки резерв на взесе" := 1;
    "Привод заслонки № 2 резерв на выдуве" := 1;
    "Привод заслонки № 3 резерв на выдуве" := 1;
    "HMI_индикация_приточки".Указатели_направления_резерв := 1;
    "HMI_индикация_приточки".Индикаторы_решёток_резервных := 1;
    "HMI_кнопки_приточки".Запуск_операции := 0;
    "HMI_индикация_приточки".Процесс_вкл := 1;
    "HMI_индикация_приточки".Процесс_выкл := 0;
END_IF;

```

Рисунок 33 – Программный код запуска выполнения операции

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

После включения моторов и выставления всех нужных параметров по кнопке происходит запуск операции. Все параметры работы и индикаторы продублированы на экране оператора.

```
//Авария - сработал дифференциальный датчик на фильтре или на жалюзи, включение АВР
//
IF ("Засор фильтра" = 1)//Авария 3 перепад давления в фильтре_засор
  AND ("НМИ_кнопки_приточки".Ремонт_окончен = 0)
  THEN
    "НМИ_индикация_приточки".Индикатор_авария := "Clock_0.5Hz";
    "НМИ_индикация_приточки".Индикатор_давления_фильтр := 2;
    "Лампочка Авария 3 загрязнение фильтра" := 1;
    "Звонок Авария 3 загрязнение фильтра" := 1;
    "НМИ_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент := 0;
    "НМИ_кнопки_приточки".Установка_скорости := 0;
    "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_3 := 1;
    "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_2 := 0;
    "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_1 := 0;

  ELSIF//Авария 2 перепада давление в жалюзи
    ("Перепад давления" = 1)
    AND ("НМИ_кнопки_приточки".Ремонт_окончен = 0)
    THEN
      "НМИ_индикация_приточки".Индикатор_авария := "Clock_0.5Hz";
      "НМИ_индикация_приточки".Индикатор_давления_решётка := 2;
      "Лампочка Авария 2 перепад по давлению" := 1;
      "Звонок Авария 2 перепад по давлению" := 1;
      "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_2 := 1;
      "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_1 := 0;
      "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_3 := 0;
    END_IF;
```

Рисунок 34 – Программный код запуска режима аварии по перепаду давления

```
//Авария - Падение оборотов меньше чем на 1000 на моторе 1 или 2
//Авария 1 падение оборотов мотор_1
IF
  ("Мотор № 1 показания частоты(скорости)" < 1000)
  AND ("Мотор № 2 показания частоты(скорости)" < 1000)
  AND ("НМИ_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент < 1000)
  AND ("Мотор № 1 включен" = 1)
  AND ("НМИ_кнопки_приточки".Ремонт_окончен = 0)
  THEN
    "НМИ_индикация_приточки".Индикатор_падение_оборотов_M1 := 1;
    "НМИ_индикация_приточки".Индикатор_авария := "Clock_0.5Hz";
    "Лампочка Авария 1 падение оборотов двигателя" := 1;
    "Звонок Авария 1 падение оборотов двигателя" := 1;
    "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_1 := 1;
    "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_2 := 0;
    "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_3 := 0;

  ELSIF//Авария 1 падение оборотов мотор_2

    ("Мотор № 1 показания частоты(скорости)" < 1000)
    AND ("Мотор № 2 показания частоты(скорости)" < 1000)
    AND ("НМИ_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент < 1000)
    AND ("Мотор № 2 включен" = 1)
    AND ("НМИ_кнопки_приточки".Ремонт_окончен = 0)
    THEN
      "НМИ_индикация_приточки".Индикатор_падение_оборотов_M2 := 1;
      "НМИ_индикация_приточки".Индикатор_авария := "Clock_0.5Hz";
      "Лампочка Авария 1 падение оборотов двигателя" := 1;
      "Звонок Авария 1 падение оборотов двигателя" := 1;
      "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_1 := 1;
      "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_2 := 0;
      "НМИ_индикация_приточки".АВР_Авария_3 := 0;
    END_IF;
```

Рисунок 35 – Программный код запуска режима аварии по падению оборотов

									09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						43

Режим аварии активирует переменные флаги, для аварийного включения резерва. Так как приточно–вытяжная система является объектом первой категории, его работа должна выполняться бесперебойно, поэтому в модернизированной АСКУ был предусмотрен программный АВР.

```
//ВКЛЮЧЕНИЕ АВР - автоматическое включение резерва
IF ("HMI_индикация_приточки".АВР_Авария_1 = 1)
  OR ("HMI_индикация_приточки".АВР_Авария_2 = 1)
  OR ("HMI_индикация_приточки".АВР_Авария_3 = 1)
  AND ("Мотор № 1 включен" = 1)
  AND ("HMI_индикация_приточки".Указатели_направления_основ = 1)
  AND ("HMI_индикация_приточки".Индикатор_мотор_1 = 1)
THEN
  "HMI_индикация_приточки".Ввод_аварийного_резерва := "Clock_1Hz";
  "Мотор № 1 включен" := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Указатели_направления_основ := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_мотор_1 := 0;
  "Мотор № 2 Управление частотой(скоростью)" := "Мотор № 1 Управление частотой(скоростью)";
  "HMI_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент := "Мотор № 2 Управление частотой(скоростью)";
  "Мотор № 2 включен" := 1;
  "HMI_индикация_приточки".Указатели_направления_резерв := 1;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_мотор_2 := 1;

ELSIF

  ("HMI_индикация_приточки".АВР_Авария_1 = 1)
  OR ("HMI_индикация_приточки".АВР_Авария_2 = 1)
  OR ("HMI_индикация_приточки".АВР_Авария_3 = 1)
  AND ("Мотор № 2 включен" = 1)
  AND ("HMI_индикация_приточки".Указатели_направления_резерв = 1)
  AND ("HMI_индикация_приточки".Индикатор_мотор_2 = 1)
THEN
  "HMI_индикация_приточки".Ввод_аварийного_резерва := "Clock_1Hz";
  "Мотор № 2 включен" := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Указатели_направления_резерв := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_мотор_2 := 0;
  "Мотор № 1 Управление частотой(скоростью)" := "Мотор № 2 Управление частотой(скоростью)";
  "HMI_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент := "Мотор № 1 Управление частотой(скоростью)";
  "Мотор № 1 включен" := 1;
  "HMI_индикация_приточки".Указатели_направления_основ := 1;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_мотор_1 := 1;
END_IF;
```

Рисунок 36 – Программный код аварийного включения резерва

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

```

//Сброс Аварии
IF ("HMI_кнопки_приточки".Ремонт_окончен = 1) AND ("Ремонт_вкл/выкл" = 0)
THEN
  "Засор_фильтра" := 0;
  "Перепад_давления" := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_падение_оборотов_M1 := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_падение_оборотов_M2 := 0;
  "HMI_кнопки_приточки".Ремонт_окончен := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_авария := 0;
  "HMI_кнопки_приточки".Остановить_операцию := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_давления_решётка := 1;
  "HMI_индикация_приточки".Индикатор_давления_фильтр := 1;
  "Лампочка_Авария_1_падение_оборотов_двигателя" := 0;
  "Лампочка_Авария_2_перепад_по_давлению" := 0;
  "Лампочка_Авария_3_запыление_фильтра" := 0;
  "Звонок_Авария_1_падение_оборотов_двигателя" := 0;
  "Звонок_Авария_2_перепад_по_давлению" := 0;
  "Звонок_Авария_3_загрязнение_фильтра" := 0;
  "Мотор_№_1_Управления_частотой(скоростью)" := 0;
  "Мотор_№_2_показания_частоты(скорости)" := 0;
  "HMI_индикация_приточки".Скорость_вращения_вент := 0;
  "HMI_кнопки_приточки".Установка_скорости := 0;
END IF;

```

Рисунок 37 – Программный код сброса аварии

После проведения плановых ремонтных работ и переключения щитка, оператор может сбросить режим аварии в программе.

По окончании написания кода мы загружаем нашу уже готовую программу в контроллер. Выгрузка программы представлена на рисунке 38.

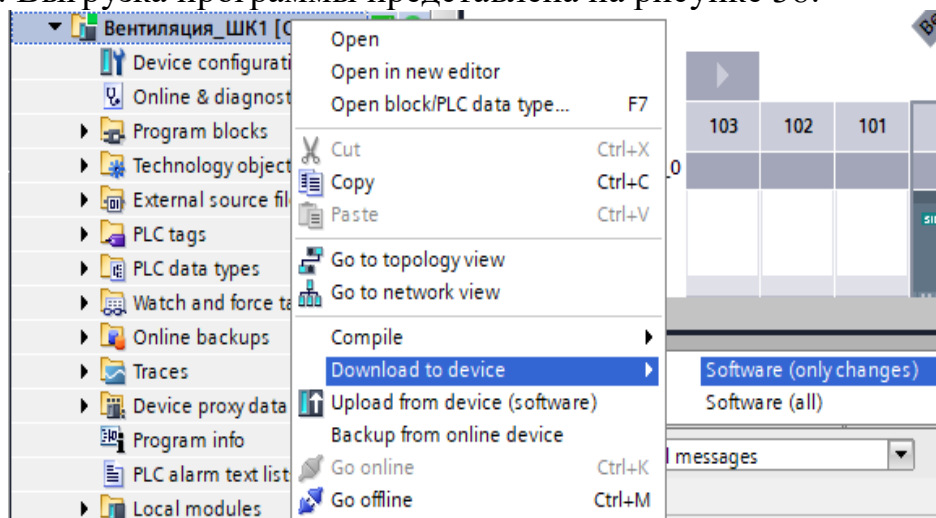


Рисунок 38 – Выгрузка программы в контроллер

3.4 Тестирование проекта

Итоги тестирования программного обеспечения приведены в рисунках ниже.

Установка скорости 0 Об/мин	Мотор 1 <input type="checkbox"/>	Мотор 2 <input type="checkbox"/>	Авария <input type="checkbox"/>	Температура на выходе °С 0
Скорость вращения 0 Об/мин	Запустить операцию <input checked="" type="checkbox"/>	АВР <input type="checkbox"/>	Термостат <input type="checkbox"/>	Температура на улице °С 0
Установка темпер. калорифера °С 0	Остановить операцию <input type="checkbox"/>	Режим работы <input checked="" type="checkbox"/>	Шкаф ВКЛ <input checked="" type="checkbox"/>	Шкаф ВЫКЛ <input type="checkbox"/>

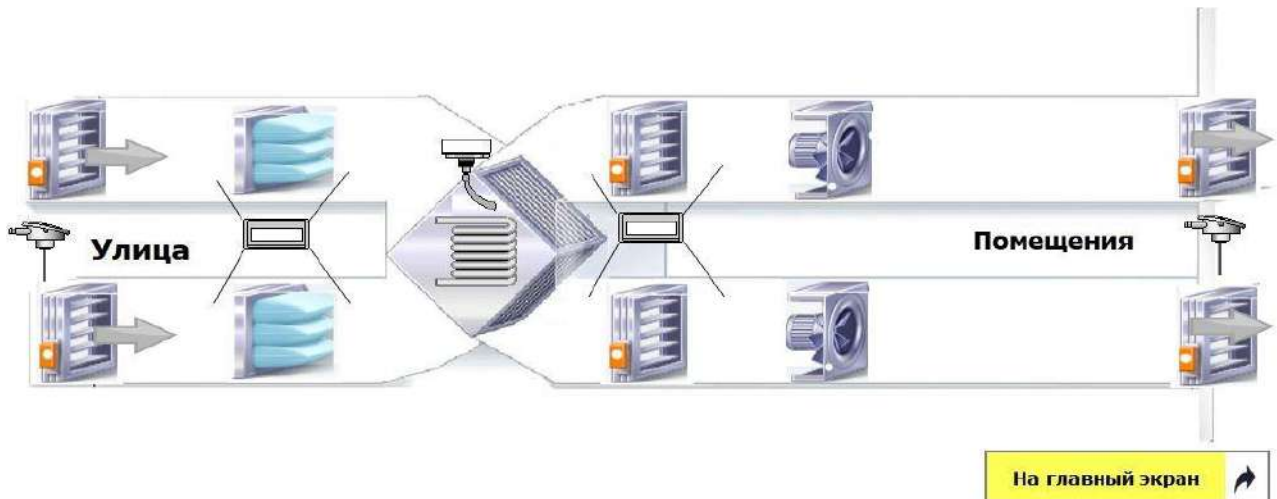


Рисунок 39 – Экран приточной вентиляции

Мотор 1 <input type="checkbox"/>	Мотор 2 <input type="checkbox"/>	Запустить операцию <input checked="" type="checkbox"/>	Температура на улице °С 0
Установка скорости 0 Об/мин	Остановить операцию <input type="checkbox"/>	Авария <input type="checkbox"/>	Шкаф ВКЛ <input checked="" type="checkbox"/>
Скорость вращения 0 Об/мин	Шкаф ВЫКЛ <input type="checkbox"/>	АВР <input type="checkbox"/>	

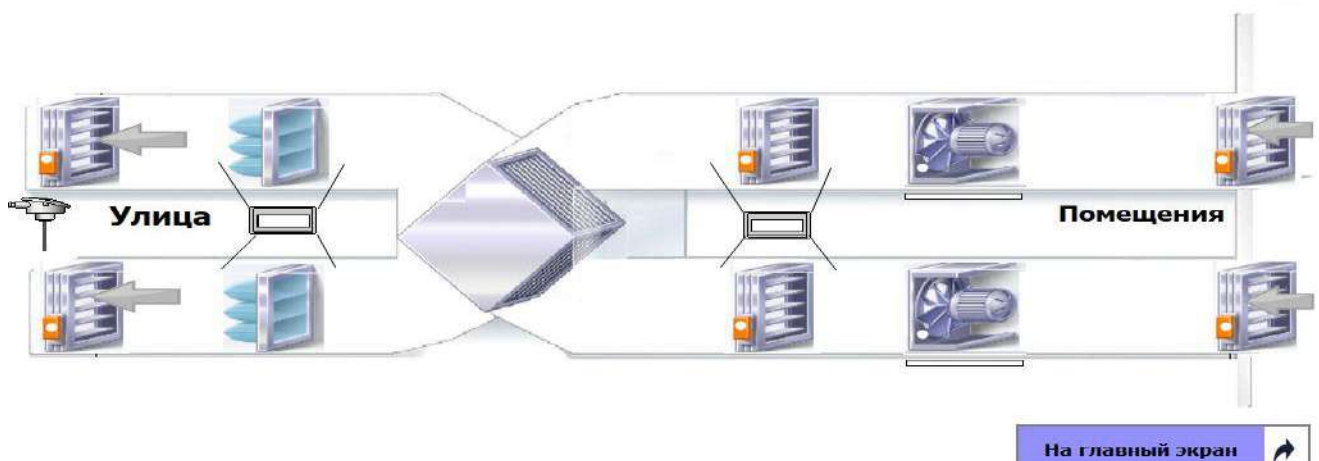


Рисунок 40 – Экран вытяжной вентиляции

Продемонстрированы экраны приточной и вытяжной вентиляции до запуска процесса и установки параметров работы. Статус щитов–включен.

Установка скорости 1200 Об/мин	Мотор 1 <input checked="" type="checkbox"/> Мотор 2 <input checked="" type="checkbox"/>	Авария <input type="checkbox"/>	Температура на выходе °C 25
Скорость вращения 1200 Об/мин	Запустить операцию <input checked="" type="checkbox"/>	АВР <input type="checkbox"/>	Температура на улице °C 2
Установка темпер. калорифера °C 27	Остановить операцию <input checked="" type="checkbox"/>	Термостат <input type="checkbox"/>	Шкаф ВКЛ <input checked="" type="checkbox"/> ВЫКЛ <input type="checkbox"/>
	Режим работы <input checked="" type="checkbox"/>		

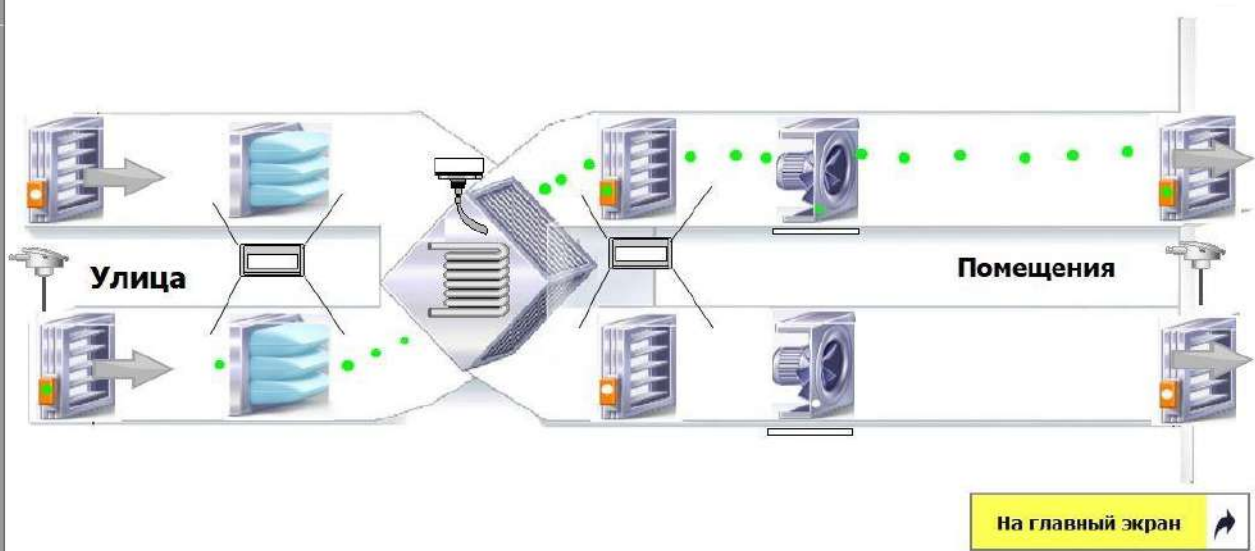


Рисунок 41 – Экран приточной вентиляции до запуска процесса

Мотор 1 <input checked="" type="checkbox"/> Мотор 2 <input checked="" type="checkbox"/>	Запустить операцию <input checked="" type="checkbox"/>	Температура на улице °C 26
Установка скорости 1200 Об/мин	Остановить операцию <input checked="" type="checkbox"/>	Авария <input type="checkbox"/>
Скорость вращения 1200 Об/мин	Шкаф ВКЛ <input checked="" type="checkbox"/> ВЫКЛ <input type="checkbox"/>	АВР <input type="checkbox"/>

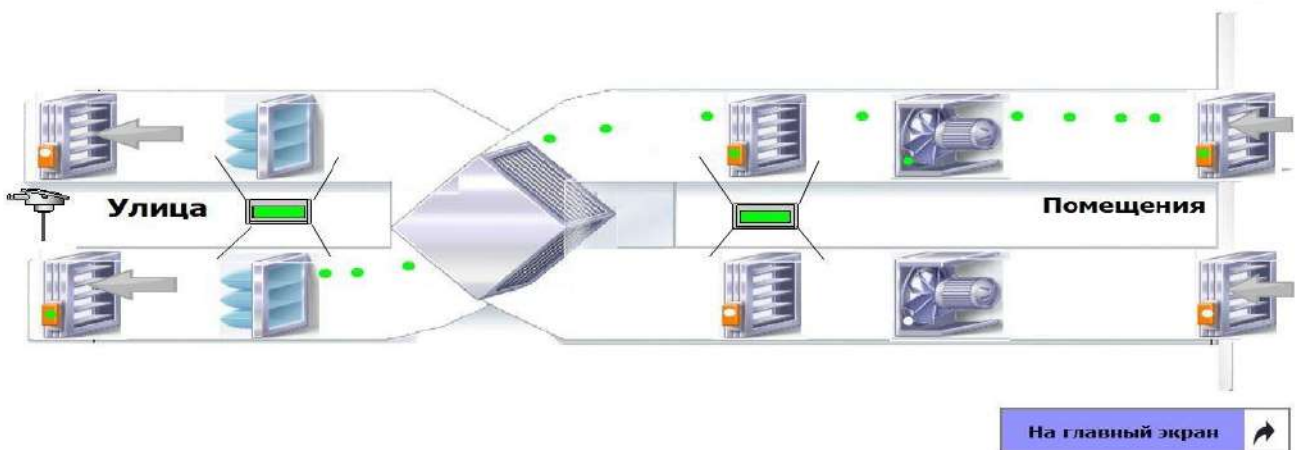


Рисунок 42 – Экран вытяжной вентиляции до запуска процесса

На данных экранах продемонстрирована работа приточной и вытяжной вентиляции в обычном режиме. Параметры выставлены, связь с щитом установлена, моторы включены, обороты выставлены, режим зима у приточной

вентиляции активирован. Зеленые индикаторы в трубопроводе показывают движение потока воздуха, зеленые индикаторы у мотора и жалюзи говорят о бесперебойной работе в обычном режиме, так же, как и индикаторы на дифференциальных датчиках.

Установка скорости 1200 Об/мин Скорость вращения 1200 Об/мин Установка темпер. калорифера °С 27	Мотор 1 Мотор 2 Запустить операцию Остановить операцию	Авария АВР Термостат	Температура на выходе °С 25 Температура на улице °С 2 Шкаф ВКЛ ВЫКЛ
	Режим работы		

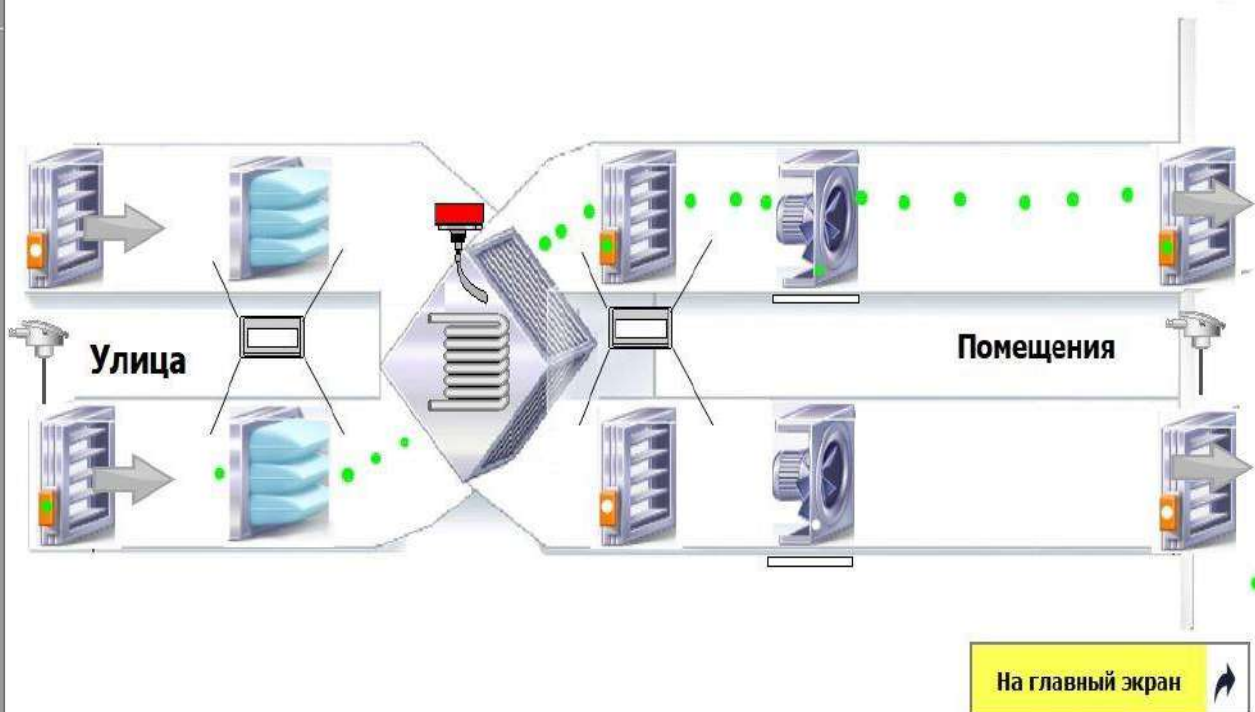


Рисунок 43 – Включение термостата

На данном рисунке продемонстрирована ситуация включения термостата, индикатор на самом термостате горит красным, так же, как и индикатор на табличке.

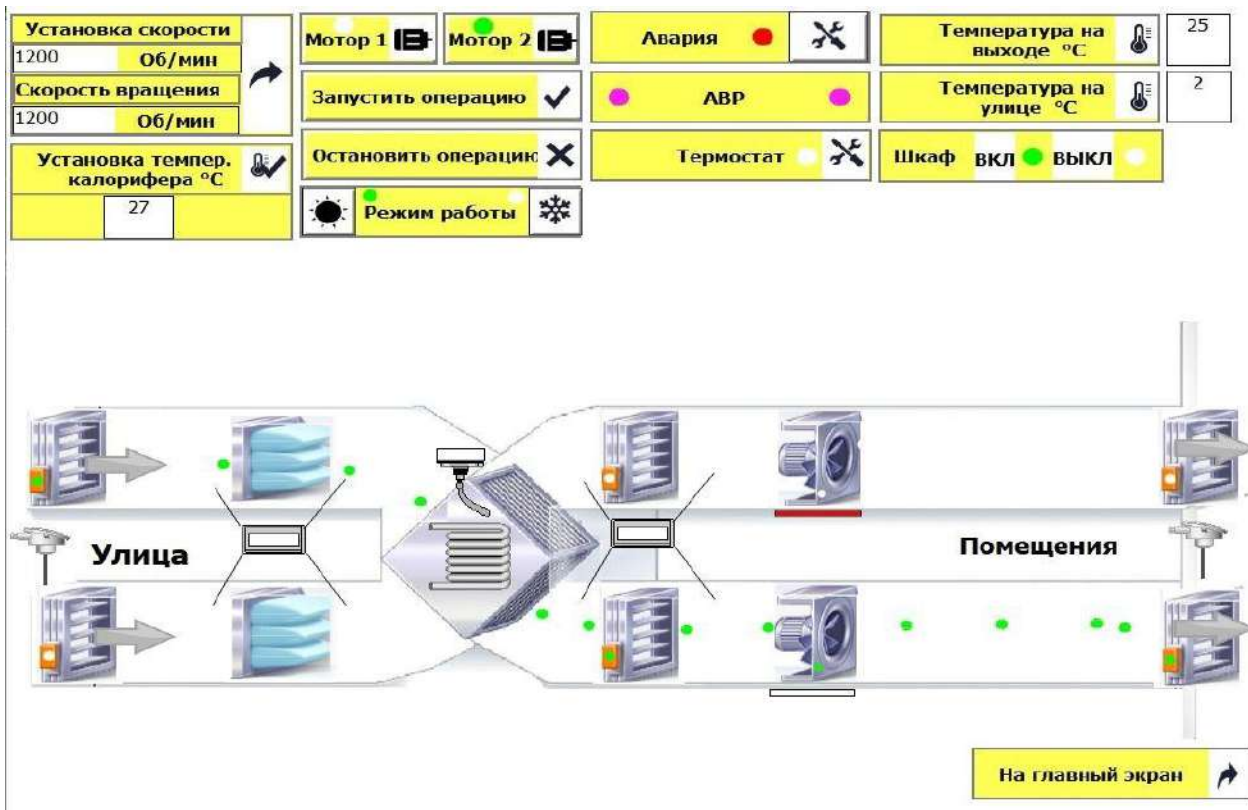


Рисунок 44 –Срабатывание АВР приточной вентиляции

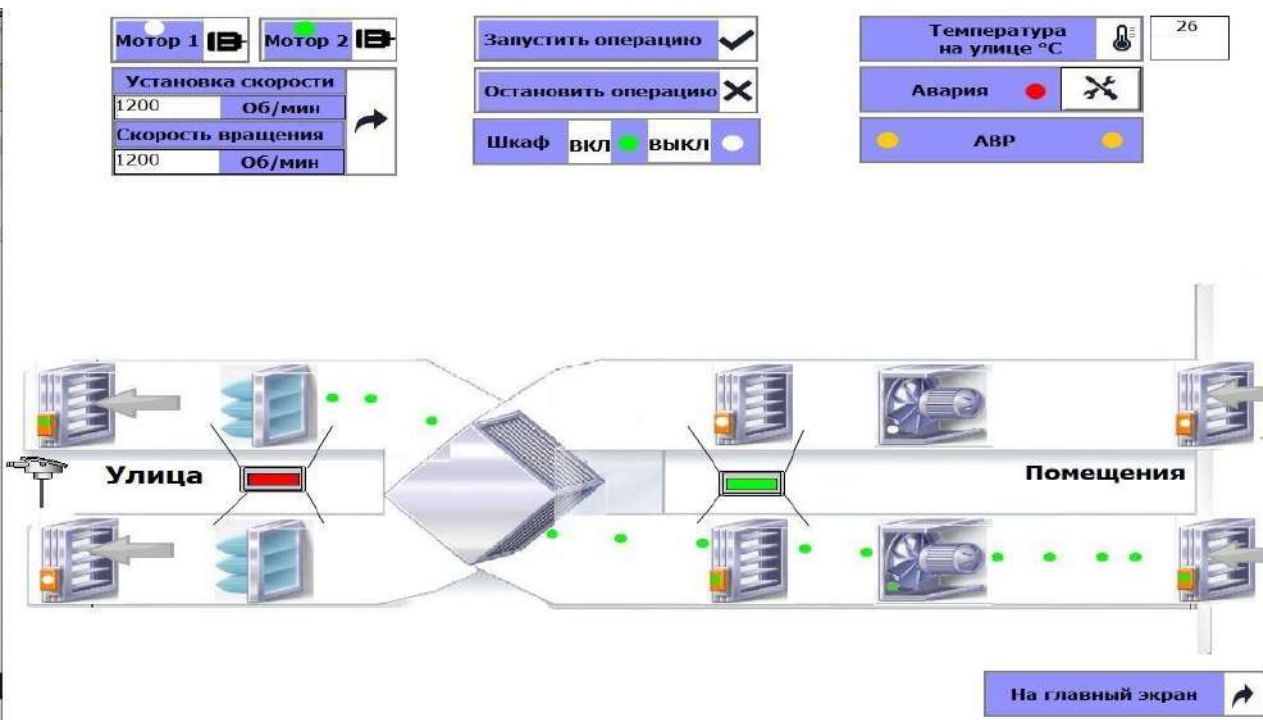


Рисунок 45 –Срабатывание АВР вытяжной вентиляции

На рисунках 44 и 45 продемонстрировано срабатывание системы автоматического включения резерва. На приточной вентиляции произошло падение оборотов двигателя, а на вытяжной вентиляции сработал дифференциальный датчик фильтра.

После перехода на аварийный резерв система будет продолжать работать в обычном режиме, а после проведения ремонтных работ аварию можно будет сбросить и перевести систему снова на основные вентиляторы. Ниже продемонстрирован пример сброса аварии.

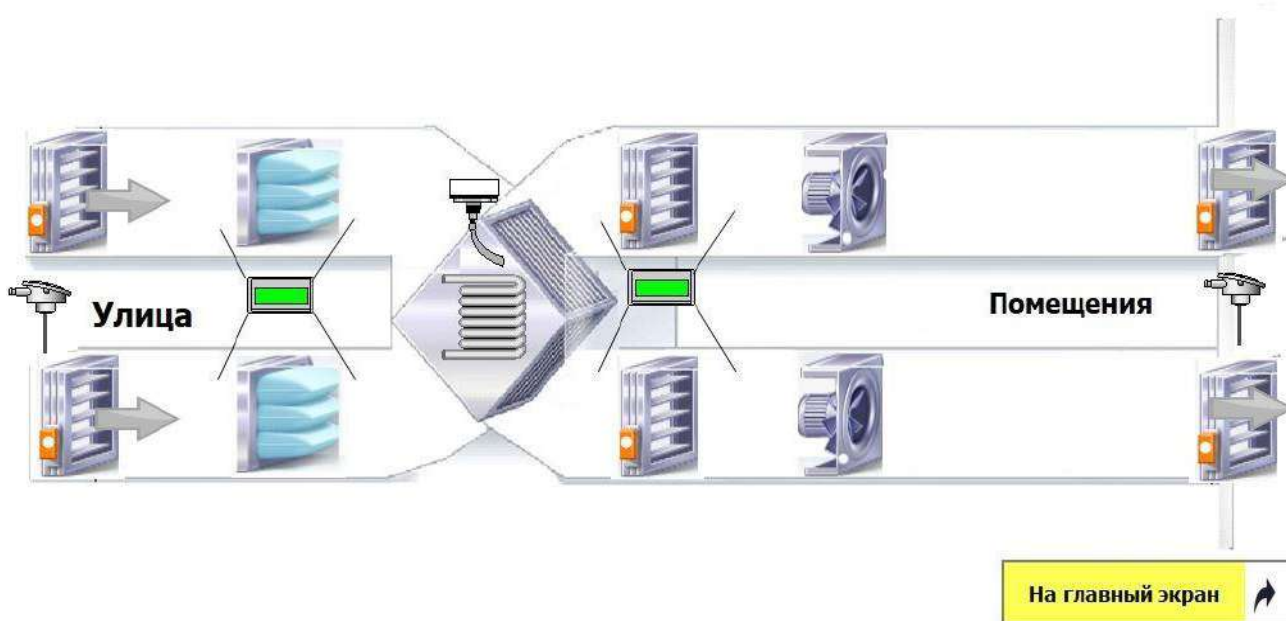


Рисунок 46 – Сброс режима аварии на приточной вентиляции

После проведения ремонта и отключения режима – ремонт на щитке, если ошибка от датчиков или вентиляторов больше не весит в контроллере, то режим аварии сбрасывается по нажатию на кнопку с инструментом на табличке с надписью авария. После этого система переходит в обычный рабочий режим, где мы можем снова задать все необходимые параметры и запустить систему.

Ниже продемонстрирован главный экран АСКУ приточно–вытяжной системы с параметрами всех шкафов. На главном экране продублированы основные параметры систем.

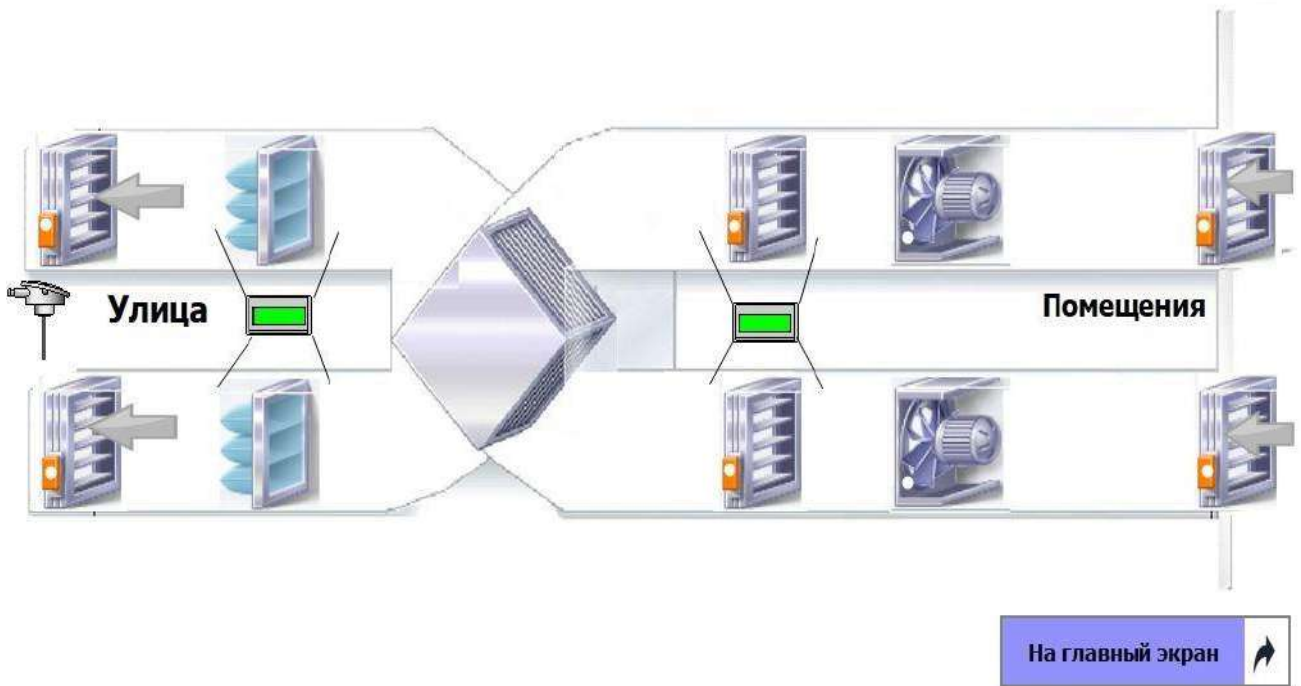


Рисунок 47 –Сброс режима аварии на вытяжной вентиляции

Новая разработанная АСКУ приточно–вытяжной системы позволяет контролировать:

- температуру на улице;
- температуру в помещениях;
- обороты двигателей вентиляторов;
- датчики системы;
- статусы шкафов вкл/выкл;
- состояние в ремонте да/нет.

Управлять:

- температурой электрического калорифера;
- оборотами двигателей вентиляторов;
- электродвигателями заслонок.

Так же новая система теперь имеет автоматический ввод резерва.

Пульт управления АСКУ

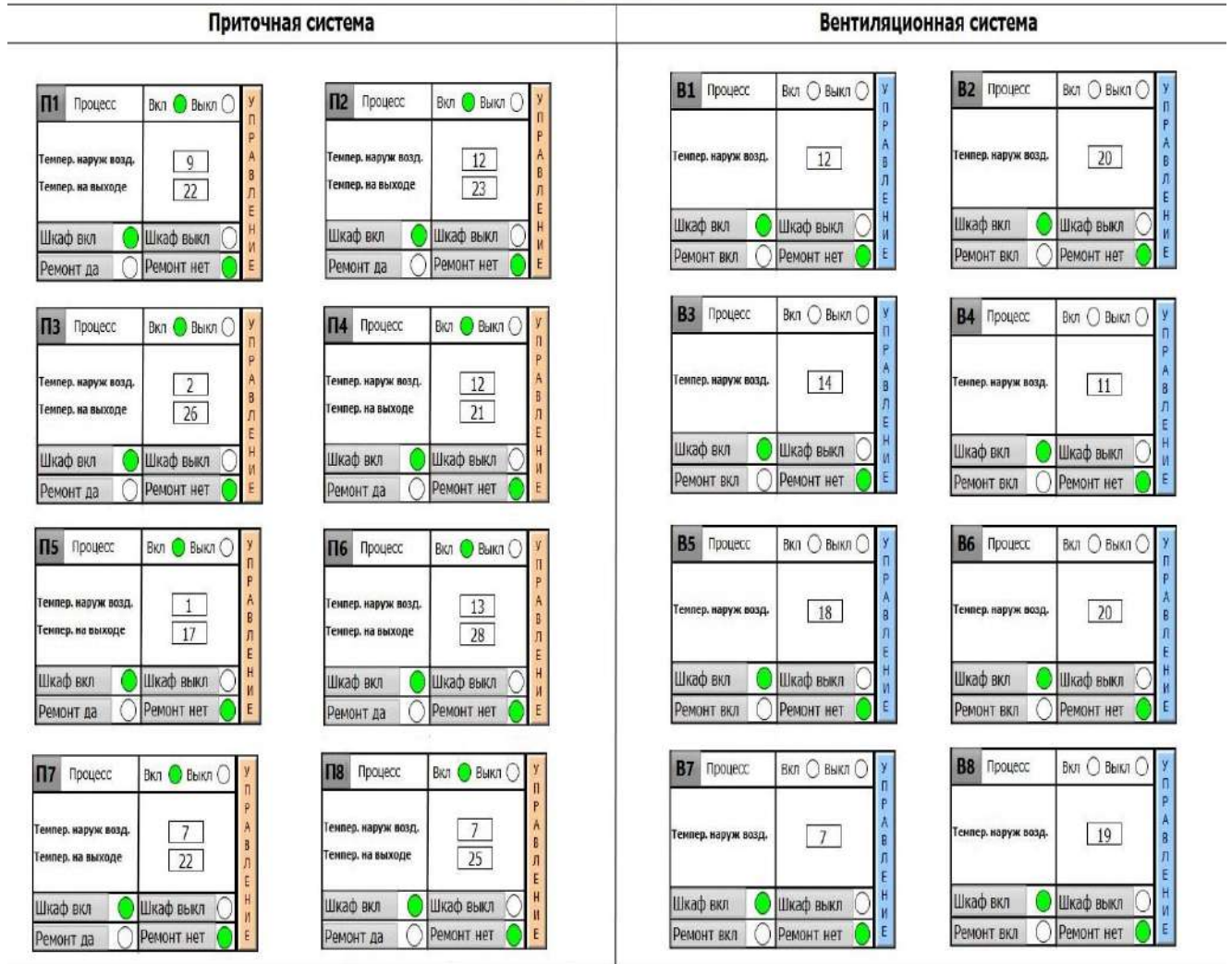


Рисунок 48 – Основной экран

Вывод по разделу 3

Новое программное обеспечение спроектировано и разработано верно, модернизированная АСКУ приточно–вытяжной системы выполняет все возложенные на неё требования. Новая система больше не имеет типичных для старой системы подвисаний, у новой системы реализован автоматический ввод резерва, что является очень важным моментом для обеспечения бесперебойной работы. Для разработки новой АСКУ приточно–вытяжной системы было реализовано:

- блок–схема процессов для написания кода программы;
- новая структурная схема от нижнего до верхнего уровня;
- новая сетевая схема контроллеров;
- разработано новое программное обеспечение для оператора АСКУ приточно–вытяжной системы;
- тестирование проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы была реализована модернизация приточно–вытяжной вентиляции. В данной модернизации производилась замена КТС, структуры среднего и верхнего уровня системы, а также замена программного обеспечения. Основными преимуществами новой АСКУ являются:

- применение нового КТС теперь позволяет выполнять возможность отладки системы силами персонала;
- изменение структуры системы позволит в будущем, при дальнейшем расширении, реализовать архитектуру клиент–сервер. Это существенно расширит возможности модернизированной системы. При применении данной структуры появится возможность производить архивацию данных, получать удаленный доступ к системе с любого компьютера с помощью Web–сервера. Существенно увеличивается потенциал для последующего масштабирования системы;
- данный производитель КТС и ПО даёт большой гарантийный срок на свои продукты и изделия;
- применение программируемого контролера Siemens позволяет в любой момент подключить новые системы, добавить модули расширения или изменить работу системы по требованию;

Применение данной модернизации экономически было эффективно, так как подобранный КТС позволяет выполнять работы с минимальными затратами. Пусконаладочные работы проводились силами местных работников, нужды в найме сторонних организаций не было, что помогло сэкономить дополнительные денежные средства.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы разработаны:

- сетевая схема контроллеров;
- структурная схема;
- выбран КТС;
- выбрана новая SCADA–система и разработан интерфейс оператора.

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Батаев, А.В. Операционные системы и среды: учебник / А.В. Батаев. – М.: Издательский центр Академия, 2014. – 272 с.
- 2 Блэк, Ю. Сети ЭВМ / Ю. Блэк. – М., СПб.: Бином, 2018. – 344 с.
- 3 Богословский, В.Н. Отопление и вентиляция / В.Н. Богословский. – М: Стройиздат, 1976. – 439 с.
- 4 Бондарь, Е.С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е.С. Бондарь. – М., СПб.: Невский диалект, 2001. – 560 с.
- 5 Браудэ, Э. Технология разработки программного обеспечения / Э. Браудэ. – СПб.: Питер, 2016. – 464 с.
- 6 Воробьев, А.Ю. Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем / А.Ю. Воробьев. – Москва: Экотрендз, 2011. – 280 с.
- 7 Воробьев, С.Н. Цифровая обработка сигналов / С.Н. Воробьев. – М.: Академия, 2013. – 320 с.
- 8 Густав, О. Цифровые системы автоматизации и управления / О. Густав. – СПб.: Невский диалект, 2001. – 557 с.
- 9 Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. – 2011. – 256 с.
- 10 Дэвис, Д. Вычислительные сети и сетевые протоколы / Д. Дэвис. – СПб.: Питер, 2018. – 248 с.
- 11 Жагора, Н.А. Приборы для измерения линейных и угловых величин / Н.А. Жагора. – Минск: Издательство Гревцова, 2011. – 376 с.
- 12 Зайцев, Н.Л. Экономика промышленного предприятия / Н.Л. Зайцев. – М.: Инфра, 1998. 210 с.
- 13 Зайцев, Г.Ф. Паттерны проектирования / Г.Ф. Зайцев. – М., СПб.: Невский диалект, 2014. – 344 с.
- 14 Калашников, В.И. Электроника и микропроцессорная техника / В.И. Калашников. – М.: Академия, 2012. – 368 с.
- 15 Калиниченко, А.В. Справочник инженера по контрольно измерительным приборам и автоматике / А.В. Калиниченко. – М.: Академия, 2012. – 270 с.
- 16 Капустин, Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н.М. Капустин. – М., СПб.: Невский диалект, 2004. – 415 с.
- 17 Кокорин, О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха / О.Я. Кокорин. – М.: Физматлит. 2003. – 272 с.
- 18 Королев, Г.В. Электронные устройства автоматики / Г.В. Королев. – М: Высшая школа, 1991. – 256 с.
- 19 Кузьмин, М.С. Вытяжные и воздухораспределительные устройства / М.С. Кузьмин. – М.: Стройиздат. 1987. – 168 с.
- 20 Логинов, В.Н. Руководство пользователя. Интегрированная SCA DA/HMI и SoftLogic–система для разработки АСУТП в TRACE MODE 5 / В.Н. Логинов. – СПб.: Питер, 2018. – 134 с.

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

- 21 Малафеев, С.И. Теория автоматического управления / С.И. Малафеев. – Москва: Академия, 2014. – 377 с.
- 22 Молчанов, Б.С. Проектирование промышленной вентиляции / Б.С. Молчанов. – Ленинград, Стройиздат, 1970. – 256 с.
- 23 Новиков, Ю.В. Локальные сети / Ю.В. Новиков. – М., СПб.: Невский диалект, 2018. – 344 с.
- 24 Олифер, В.Г. Основы сетей передачи данных / В.Г. Олифер. – М.: Наука, 2018. – 256 с.
- 25 Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы / В.Г. Олифер. – М.: Наука, 2020. – 507 с.
- 26 Орлов, Д.П. Технологии разработки программного обеспечения / Д.П. Орлов. – М.: Издательский центр Академия, 2016. – 306 с.
- 27 Панов, Г.И. Проектирование структурированной кабельной системы локальной вычислительной сети / Г.И. Панов, А.Ю. Филимонов. – М.: Литер, 2018. – 104 с.
- 28 Пьявченко, Т.А. Автоматизированные информационно–управляющие системы / Т.А. Пьявченко, В.И. Финаев. – М.: ЮФУ, 2007. – 271 с.
- 29 Раннев, Г.Г. Измерительные информационные системы / Г.Г. Раннев.– М.: Издательский центр Академия, 2010. – 336 с.
- 30 Раннев Г.Г. Интеллектуальные средства измерений / Г.Г. Раннев. – Москва: Академия, 2011. – 264 с.
- 31 Сергеев, И.В. Экономика предприятия / И.В. Сергеев. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 280 с.
- 32 Советов, Б.Я. Информационные технологии / Б.Я. Советов. – СПб.: Питер, 2018. – 248 с.
- 33 Токхейм, Р. Основы цифровой электроники / Р. Токхейм. – М.: Мир, 1988. – 286 с.
- 34 Уолрэнд, Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети/ Дж. Уолрэнд. – М.: Мир, 2018. – 278 с.
- 35 Фёдоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУ ТП / Ю.Н. Фёдоров. – М.: инфра–Инженерия, 2011. – 230 с.
- 36 Хамбракен, Д. Компьютерные сети/ Д. Хамбракен. – М.: Издательский центр Академия, 2018. – 306 с.
- 37 Хомоненко, А.Д. Каталог продукции фирмы ICPDAS / А.Д. Хомоненко. – М., СПб.: Питер «ICP DAS», 2016. – 148 с.
- 38 Шахнов, В. А. Основы конструирования / В.А. Шахнов. – Москва: ДМК Пресс, 2014. – 272 с.
- 39 Шишмарев, В.Ю. Автоматизация технологическим процессов/ В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2005. – 363 с.
- 40 Щепетов, А.Г. Основы проектирования приборов и систем / А.Г. Щепетов. – М.: Академия, 2011. – 367 с.

					09.03.01.2021.353 ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		55