

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический  
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники  
Направление подготовки 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств  
Профиль Автоматизация технологических процессов и производств в энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой


 О.В. Скрипко

« 28 » июня 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**


на тему: Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляцией производственного помещения (комплексная выпускная квалификационная работа)

Исполнитель  
студент группы 44106


15.06.18   
подпись, дата

В.М. Криворучко


Руководитель  
доцент, канд. техн. наук

 28.06.18 М.Д. Штыкин  
подпись, дата

Консультант по безопасности и экологичности  
Доцент, канд. техн. наук

 26.06.2018 А.Б. Булгаков  
подпись, дата

Нормоконтроль  
профессор, д-р техн. наук

 28.06.2018 О.В. Скрипко  
подпись, дата


Благовещенск 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический  
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

 О.В. Скрипко

« 28 » июня 2018 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Криворучко Валерия Михайловича

1. Тема выпускной работы: Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляцией производственного помещения (комплексная выпускная квалификационная работа)
2. Срок сдачи студентом законченной работы 15.06.2018 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: План производственного помещения ПК «Серешевский», отчет по практике, сведения полученные на предприятие, СанПиН 2.2.4.548-96.
4. Содержание выпускной квалификационной работы:
  - 1) Анализ существующих методов систем вентиляции;
  - 2) Теоретическое обоснование выбора вентиляционной системы на данном предприятии;
  - 3) Расчет вентиляционной системы;
  - 4) Разработка функциональной схемы;
  - 5) Выбор оборудования автоматизации;
  - 6) Разработка принципиальной схемы.
  - 7) Проектирование Шкафа Управления.
  - 8) Расчет стоимости оборудования
  - 9) Безопасность и Экологичность.

5. Перечень материалов приложения:

Лист 1: План помещения;

Лист 2: Функциональная схема автоматизации приточно-вытяжной вентиляции;

Лист 3: Силовая схема автоматизации приточно-вытяжной вентиляции;

Лист 4: Схема управления приточно-вытяжной вентиляции;

Лист 5: Габаритные размеры оборудования

Лист 6: Характеристики приточного и вытяжного вентилятора.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) доцент канд. техн. наук Булгаков Андрей Борисович

7. Дата **выдачи задания** 1 марта 2018 г

Руководитель выпускной квалификационной работы: Штыкин Михаил Дмитриевич, доцент, канд. техн. наук  
(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата): 1.03.18г. Круж  
(подпись студента)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалифицированная работасодержит 81с., 47 рисунков, 16 таблиц, 12 источников,3 приложения.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА, СИЛОВАЯ СХЕМА, СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ПЛАН ПОМЕЩЕНИЯ, ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА, ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ.

В выпускной квалификационной работе произведен анализ, выбор и расчет вентиляционной системы.

Цель работы – анализ существующих вентиляционных систем, выбор наиболее подходящей вентиляционной системы для ПК «Серышевский» ее проектирование, выбор оборудования, а также разработка электрических схем.

Вентиляционная система для производственного комплекса выбирается согласно санитарным нормам и правилам.

На основе санитарных норм и правил была выбрана и рассчитана приточно-вытяжная вентиляционная система.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	9
1 Анализ существующих методов систем вентиляции .....	10
1.1 Естественная вентиляция .....	10
1.2 Механическая вентиляция.....	10
1.3 Приточная вентиляция.....	10
1.4 Вытяжная вентиляция.....	11
1.5 Общеобменная вентиляция .....	11
1.6 Местная вентиляция.....	12
1.7 Приточно-вытяжная вентиляция .....	13
2 Теоретическое обоснование выбора вентиляционной системы на данном предприятии .....	15
3 Расчет вентиляционной системы.....	16
3.1 Упаковочный цех.....	17
3.2 Производственное помещение.....	18
3.3 Склад готовой продукции.....	18
3.4 Формирование погрузки.....	19
3.5 Общий расчет производительности .....	20
3.6 Расчет размеров воздуховодов.....	20
3.7 Мощность калорифера.....	22
4 Разработка функциональной схемы .....	23
4.1 Основные элементы функциональной схемы .....	23
4.2 Состав функциональной схемы: .....	24
5 Выбор оборудования автоматизации .....	28
5.1 Выбор приточно-вытяжного вентилятора .....	28
5.2 Выбор водяного калорифера .....	29
5.3 Выбор насоса калорифера .....	30
5.4 Выбор компрессора.....	31
5.5 Выбор бактерицидного модуля.....	32

5.6 Преобразователь частоты ПЧВ2 .....	33
5.7 Электропривод Lufberg DA04N220S .....	35
5.8 Электрический привод Regada ST 0 490.0-0PVSP/00.....	35
5.9 ДТС125Л термосопротивление.....	36
5.10 Датчик давления ПД100И.....	37
5.11 Реле давления КРІ .....	38
5.12 Панельный программируемый логический контроллер ОВЕН СПК107	38
5.13 Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК100.....	38
5.14 Блок питания БП60Б-Д4-24.....	39
5.15 Модуль дискретного вводаМВ110-224.16Д .....	40
5.16 Модуль дискретного ввода/вывод МК110-220.4ДН.4РМК .....	40
5.17 Модуль аналогового ввода с универсальными входами МВ110-224.8А	41
5.18 Датчик температуры .....	41
5.19 Конденсатора .....	42
5.20 Датчик влажности .....	42
5.21 Электромагнитный пускатель ПМ12-250150 УХЛ4 В.....	43
5.22 Электромагнитный пускатель.....	44
5.23 Тепловое реле .....	44
5.24 Автоматический выключатель.....	45
5.25 Кнопка .....	46
6 Разработка принципиальной схемы .....	47
6.1 Силовая схема.....	47
6.2 Схема управления.....	51
7 Проектирование щита управления .....	55
7.1 Общие правила к щитам .....	55
7.2 Сборка щита.....	55
7.3 Качество сборки щита.....	57
7.4 Проектирование щита управления для вентиляционной системы ПК «Серышевский» .....	58
8 Расчет стоимости оборудования.....	60

9 Безопасность и экологичность .....	62
9.1 Безопасность .....	62
9.2 Экологичность .....	65
9.3 Чрезвычайные ситуации .....	66
Заключение.....	70
Библиографический список.....	71
Приложение А техническое задание .....	72
Приложение Б технические характеристики ПЛК 100 .....	76
Приложение В спецификация .....	78

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

СанПиН – санитарные нормы и правила;

СНиП – строительные нормы и правила;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ЖКХ – жилищно-коммунальное хозяйство;

ФСА – функциональная схема автоматизации;

КПД – коэффициент полезного действия;

ВОК – вентиляция, отопление, кондиционирование.



## ВВЕДЕНИЕ

Главной целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование и расчет приточно-вентиляционной системы, для производственного помещения ПК «Серышевский».

Требуется: 1) проанализировать существующие методы вентиляции; 2) подобрать соответствующую вентиляционную систему; 3) произвести расчет требуемого воздухообмена; 4) составить функциональную схему; 5) силовую схему; 6) схему управления; 7) произвести выбор оборудования 8) спроектировать щит управления.

Вентиляцией называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях. Основное назначение вентиляции - удаление из рабочей зоны загрязненного или перегретого воздуха и подача чистого воздуха, в результате чего в рабочей зоне создаются необходимые благоприятные условия воздушной среды. Одна из главных задач, возникающих при устройстве вентиляции - определение воздухообмена, т. е. количество вентиляционного воздуха, требуемого для обеспечения оптимального санитарно-гигиенического уровня воздушной среды помещений согласно СанПиН.

Применение вентиляции должно быть обосновано расчетами, при которых учитываются температура (избыточное тепловыделение), влажность воздуха, концентрация вредных веществ.

От правильного выбора и расчета вентиляционной системы зависит качество окружающего воздуха в помещении. Для того чтобы правильно произвести выбор вентиляции, проведем анализ существующих систем, и выберем удовлетворяющую данному случаю.

# 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ

В зависимости от способа перемещения воздуха в производственных помещениях, вентиляция делится на естественную, искусственную (механическую) и комбинированную. По принципу действия вентиляцию делят на: вытяжную, приточную и приточно-вытяжную.

## 1.1 Естественная вентиляция

Естественная вентиляция – это вентиляция движение воздуха, в которой происходит за счет естественных сил, а именно перепада давления.

Вентиляция в таких системах происходит за счет разницы температур. Так как в помещениях воздух всегда теплее наружного, а холодный воздух более тяжелый то, поступая в здание, он вытесняет из него менее плотный и легкий теплый воздух, после чего в помещении возникает циркуляция воздуха, которая схожа с циркуляцией создаваемой вентилятором.

Данные системы вентиляции очень просты, они не требуют дорогого вентиляционного оборудования и совсем не расходуют электрическую энергию. Однако эффективность данных систем зависит от ряда факторов: температуры воздуха направления и скорости ветра.

## 1.2 Механическая вентиляция

Механическая вентиляция – это система, в которой обмен воздуха происходит при помощи оборудования и приборов таких как: вентиляторы, электродвигатели, калориферы, кондиционеры и т.п.

Данный вид вентиляции не зависимо от внешних факторов (температуры и давления)обеспечивает заданный обмен воздуха. Данный вид вентиляции также делят на: приточные, вытяжные и приточно-вытяжные системы.

Выбор необходимой вентиляции зависит от заданных условий. Минусом данных систем является высокая стоимость и высокой затраты электроэнергии.

## 1.3 Приточная вентиляция

Приточная вентиляция предназначена только для подачи свежего очищенного воздуха в помещение.

Свежий воздух подается в помещение, пройдя некоторые подготовительные стадии, такие как: очистка при помощи ультрафиолетовых ламп, подогрев в зимнее время при помощи калорифера, охлаждение кондиционером, а также увлажнение либо осушения.

Приточная вентиляция может быть как модульной, так и наборной. Наборная приточная вентиляция состоит из отдельных элементов: фильтров, калориферов, кондиционеров, бактерицидных ламп, вентиляторов и систем автоматики.

#### **1.4 Вытяжная вентиляция**

Вытяжная вентиляция предназначена для удаления отработанного, загрязнённого воздуха.

Вытяжная вентиляция намного проще приточной, она может состоять только из одного вентилятора или даже искусственной вытяжки, если объем помещения не велик.

Однако при работе одновременно на несколько помещений или на помещение сложной планировки требуется организация заборной сети воздуховодов, по которым воздух при помощи вентилятора будет удаляться наружу.

#### **1.5 Общеобменная вентиляция**

Если выделяющиеся в помещении тепло, влага, газы, пыль, запахи или пары жидкостей поступают непосредственно в воздух всего помещения, то устанавливают общеобменную вентиляцию[1].

Общеобменные системы вентиляции - как приточные, так и вытяжные, предназначены для осуществления вентиляции в помещении в целом или в значительной его части[1].

Общеобменные вытяжные системы относительно равномерно удаляют воздух из всего обслуживаемого помещения, а общеобменные приточные системы подают воздух и распределяют его по всему объему вентилируемого помещения[1].

Общеобменная приточная вентиляция устраивается для ассимиляции избыточного тепла и влаги, разбавления вредных концентраций паров и газов, не

удаленных местной и общеобменной вытяжной вентиляцией, а также для обеспечения расчетных санитарно-гигиенических норм и свободного дыхания человека в рабочей зоне[1].

### **1.6 Местная вентиляция**

Местная вентиляционная система – это такая система, которая устанавливается непосредственно по месту, где происходит загрязнение.

К местной приточной вентиляции относятся воздушные души (сосредоточенный приток воздуха с повышенной скоростью). Они должны подавать чистый воздух к постоянным рабочим местам, снижать в их зоне температуру окружающего воздуха и обдувать рабочих, подвергающихся интенсивному тепловому облучению[1].

Местную приточную вентиляцию применяют также в виде воздушных завес (у ворот, печей и пр.), которые создают как бы воздушные перегородки или изменяют направление потоков воздуха. Местная вентиляция требует меньших затрат, чем общеобменная. В производственных помещениях при выделении вредных веществ (газов, влаги, теплоты и т. п.) обычно применяют смешанную систему вентиляции - общую для устранения вредных веществ во всем объеме помещения и местную (местные отсосы и приток) для обслуживания рабочих мест[1].

Местную вытяжную вентиляцию применяют, когда места выделений вредных веществ в помещении локализованы и можно не допустить их распространение по всему помещению[1].

Местная вытяжная вентиляция в производственных помещениях обеспечивает улавливание и отвод вредных выделений: газов, дыма, пыли и частично выделяющегося от оборудования тепла.

При устройстве местной вытяжной вентиляции для улавливания пылевых выделений удаляемый из цеха воздух, перед выбросом его в атмосферу, должен быть предварительно очищен от пыли. Наиболее сложными вытяжными системами являются такие, в которых предусматривают очень высокую степень очистки воздуха от пыли с установкой последовательно двух или даже трех пыле-

уловителей (фильтров)[1].

Местные вытяжные системы, как правило, весьма эффективны, так как позволяют удалять вредные вещества непосредственно от места их образования или выделения, не давая им распространиться в помещении. Благодаря значительной концентрации вредных веществ (паров, газов, пыли), обычно удается достичь хорошего санитарно-гигиенического эффекта при небольшом объеме удаляемого воздуха[1].

### **1.7 Приточно-вытяжная вентиляция**

Наиболее частый и эффективный вариант устройства вентиляционной системы, при которой воздух в помещение подается приточной системой, а удаляется вытяжной. Обе системы работают одновременно. При этом их производительность должна быть одинаковой, чтобы исключить разницу воздушного давления внутри и снаружи помещения, приводящей к эффекту «хлопающих дверей». Приточно-вытяжные системы аналогично приточным могут разрабатываться как на базе вентиляционных установок, так и состоять из отдельных элементов[1].

Кроме перемещения воздуха, приточно-вытяжная вентиляция включает в себя: охлаждение и подогрев воздуха(с помощью кондиционера и калорифера), осушение воздуха(с помощью охлаждения и нагревания воздуха), обеззараживание и фильтрация воздуха.( с помощью ультрафиолетовой лампы и фильтров).

Далее рассмотрим цикл работы приточно-вытяжной вентиляционной системы.

Первоначальным этапом является забор холодного воздуха из окружающей среды, и вытяжка отработанного теплого воздуха из помещения. Далее холодный воздух проходит стадию обезоруживания и фильтрации, после чего передается в калорифер для нагрева до нужной температуры. Так же в холодное время года, когда разница температуры воздуха на улице значительно отличается от температуры в помещении, применяют рециркуляцию. Рециркуляция – это смешивание холодного наружного воздуха с нагретым до нужной темпера-

туры воздухом, взятым из помещения. На рисунке 1.1 представлен рабочий цикл приточно-вытяжной системы.

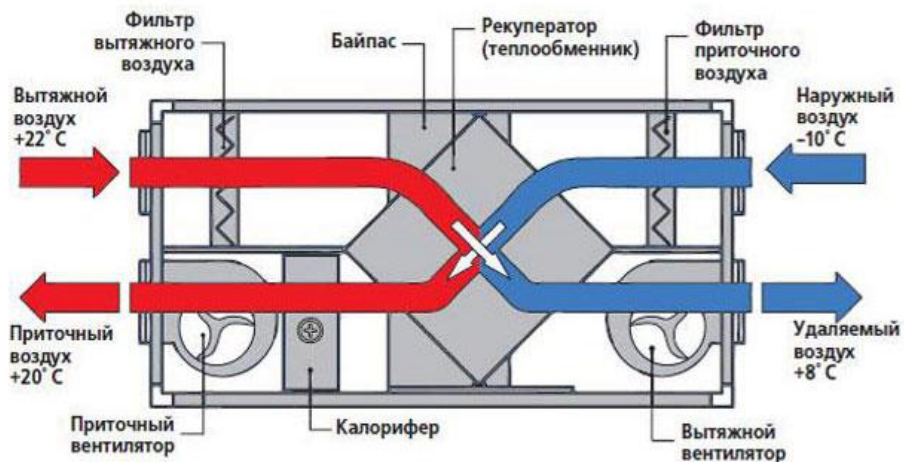


Рисунок 1.1 – Рабочий цикл приточно-вытяжной системы

Главными принципами работы приточно-вытяжной вентиляции являются эффективность и экономия. Классическая схема приточно-вытяжной вентиляции имеет следующие преимущества:

1. высокая степень очистки входного потока;
2. доступная эксплуатация и обслуживание съёмных элементов;
3. целостность и модульность конструкции.

Для расширения функционала приточно-вытяжные установки оснащают вспомогательными блоками управления и контроля, фильтр-системами, датчиками, автотаймерами, шумоглушителями[1].

## 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ДАННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Подробно изучив вентиляционные системы, можно сделать вывод, что относительно данного случая будет целесообразнее выбрать приточно-вытяжную вентиляционную систему с рециркуляцией.

Системы приточно-вытяжной вентиляции относятся к вентиляции со сбалансированным обменом входного и удаляемого воздуха. Приточно-вытяжная вентиляция используется в домах, квартирах, офисах и производственных помещениях. Поэтому проектирование таких систем осуществляется под непосредственные нужды тех или иных помещений. Система может состоять из отдельных приточных и вытяжных блоков с общей приточно-вытяжной камерой либо из элементов, собранных в одном компактном блоке приточно-вытяжной вентиляции (моноблоке), где и происходит подача и вывод воздуха.

К основным преимуществам таких установок относятся:

1. модульная система, позволяющая учесть в проекте элементы нужной мощности;
2. абсолютная безвредность материалов изготовления;
3. очищение путем фильтрации приточного воздуха, его нагрев, охлаждение, а иногда и увлажнение;
4. длительный срок эксплуатации (в случае правильного проектирования и корректной установки);
5. экономичность (использование рекуперации тепла).

Действующие нормы вентиляции производственных помещений прописаны в СНиП 41-01-2003 от 26.06.2003 года, согласно которым приточно-вытяжная вентиляция должна обеспечивать обмен воздуха во всем помещении. Правильно установленная приточно-вытяжная система вентиляции производственных помещений удаляет отработанные массы по всему объему помещения, а приточное оборудование подает чистый отфильтрованный воздух обратно.

### 3 РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

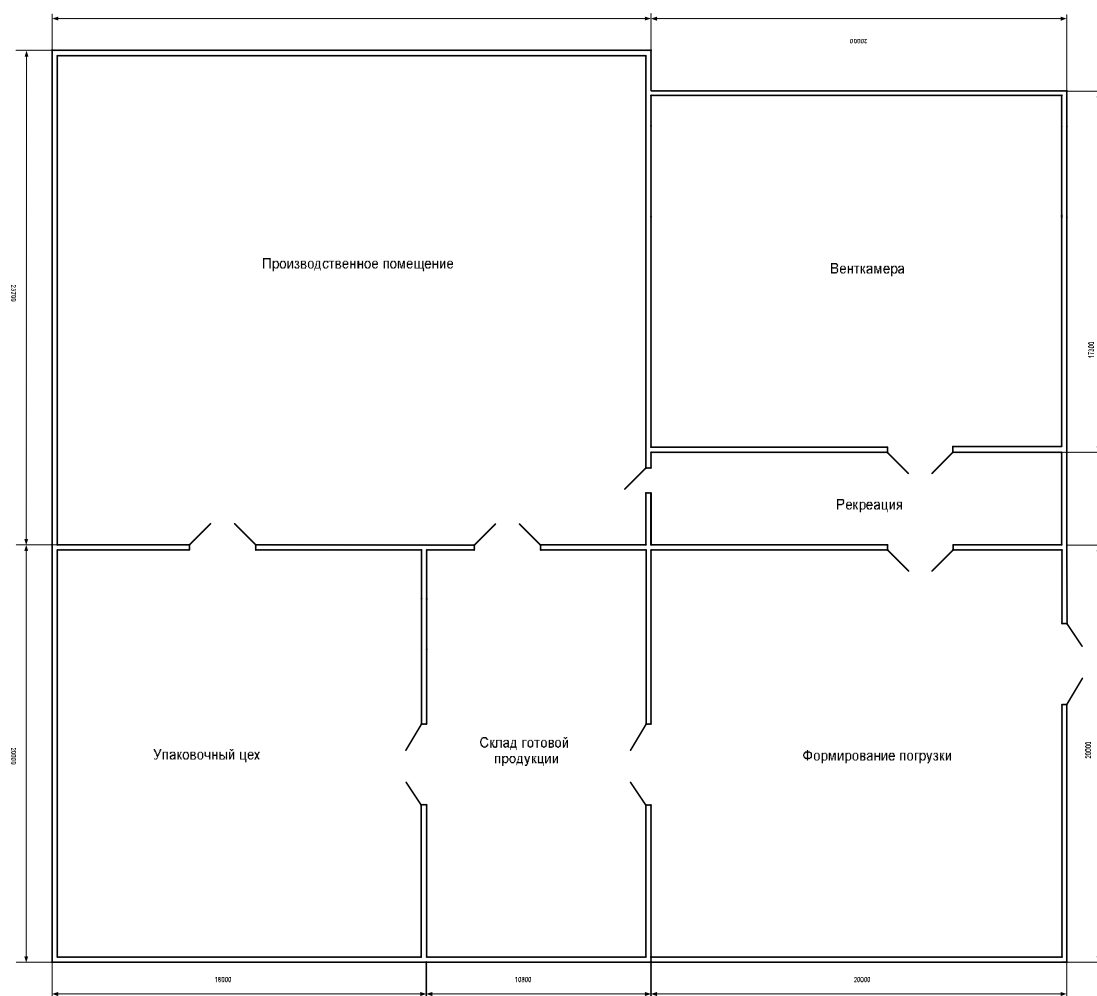


Рисунок 3.1 – План производственного цеха

Производственный цех состоит из пяти разделенных между собой цехов: производственное помещение, упаковочный цех, склад готовой продукции, цех формирования погрузки и вентиляционной камеры.

В производственном помещении происходит процесс приготовления полуфабрикатов, далее продукция поступает в упаковочный цех для ее расфасовки и упаковки. После чего полуфабрикаты отправляются на склад готовой продукции для хранения. Заключительным этапом является формирование погрузки, где готовая продукция укладывается в коробки и развозится по точкам сбыта.

Вентиляционная камера – это отдельное помещение, предназначенное для



размещения вентиляционных элементов. Сюда сводятся все воздуховоды, кабели питания и автоматизации. Для того чтобы шум от рабочих вентиляционных установок не мешал окружающим, вентиляционную камеру шумоизолируют.

Венткамера может располагаться как внутри здания, так и снаружи, а в отдельных случаях даже на крышах зданий.

Далее перейдем к расчету вентиляционной системы.

### **3.1 Упаковочный цех**

Расчет вентиляционной системы начинается с определения нужной производительности по воздуху (воздухообмену).

Расчет обычно ведется в соответствии со СНиП 41-01-2003, поскольку он задает жесткие требования по воздухообмену в помещениях. В нем говорится, что для производственных помещений без естественного проветривания (то есть там, где окна не открывают) расход воздуха должен составлять не менее 60 м<sup>3</sup>/ч на человека.

После расчета воздухообмена по количеству людей нам необходимо рассчитать воздухообмен по кратности (т.е. этот параметр, который показывает сколько раз в течение одного часа, в помещении происходит полная смена воздуха). Чтобы воздух в помещении не застаивался, нужно обеспечить хотя бы однократный воздухообмен.

В производственном помещении согласно СНиП 41-01-2003 обмен воздуха должен соответствовать трехкратному объему помещения.

Таким образом, для определения требуемого расхода воздуха нам нужно рассчитать по два значения воздухообмена для каждого помещения: по количеству людей и по кратности, после чего необходимо выбрать большее из этих двух значений:

Расчет воздухообмена по количеству людей

$$L = N \cdot L_{\text{норм}} \quad (3.1)$$

где:

L – требуемая производительность приточной вентиляции, м<sup>3</sup>/чел.;

N – количество людей;

$L_{\text{норм}}$  – норма расхода воздуха на одного человека (типовое значение по СНиП –  $60 \text{ м}^3/\text{чел.}$ ).

$$L = 6 \cdot 60 = 360 \text{ м}^3 / \text{чел}$$

Расчет воздухообмена по кратности

$$L = n \cdot S \cdot H \quad (3.2)$$

где:

$L$  – требуемая производительность приточной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{чел.}$ ;

$n$  – нормируемая кратность воздухообмена (по СНиП кратность = 3);

$S$  – площадь помещения (площадь упаковочного цеха =  $360 \text{ м}^2$ );

$H$  – высота помещения (Высота = 6 м).

$$L = 3 \cdot 360 \cdot 6 = 6480 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

### 3.2 Производственное помещение

Расчет воздухообмена по количеству людей

$$L = N \cdot L_{\text{норм}} \quad (3.5)$$

где:

$L$  – требуемая производительность приточной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{чел.}$ ;

$N$  – количество людей;

$L_{\text{норм}}$  – норма расхода воздуха на одного человека (типовое значение по СНиП –  $60 \text{ м}^3/\text{чел.}$ ).

$$L = 20 \cdot 60 = 1200 \text{ м}^3 / \text{чел}$$

Расчет воздухообмена по кратности

$$L = n \cdot S \cdot H \quad (3.6)$$

где:

$L$  – требуемая производительность приточной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{чел.}$ ;

$n$  – нормируемая кратность воздухообмена (по СНиП кратность = 3);

$S$  – площадь помещения (площадь производственного цеха =  $683,2 \text{ м}^2$ );

$H$  – высота помещения (Высота = 6 м).

$$L = 3 \cdot 683,2 \cdot 6 = 12297 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

### 3.3 Склад готовой продукции

Расчет воздухообмена по количеству людей

$$L = N \cdot L_{\text{норм}} \quad (3.10)$$

где:

$L$  – требуемая производительность приточной вентиляции, м<sup>3</sup>/чел.;

$N$  – количество людей;

$L_{\text{норм}}$  – норма расхода воздуха на одного человека (типовое значение по СНиП – 60 м<sup>3</sup>/чел.).

$$L = 3 \cdot 60 = 180 \text{ м}^3 / \text{чел}$$

Расчет воздухообмена по кратности

$$L = n \cdot S \cdot H \quad (3.11)$$

где:

$L$  – требуемая производительность приточной вентиляции, м<sup>3</sup>/чел.;

$n$  – нормируемая кратность воздухообмена (по СНиП кратность = 3);

$S$  – площадь помещения (площадь склада готовой продукции = 216 м<sup>2</sup>);

$H$  – высота помещения (Высота = 6 м).

$$L = 3 \cdot 216 \cdot 6 = 3888 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

### 3.4 Формирование погрузки

Расчет воздухообмена по количеству людей

$$L = N \cdot L_{\text{норм}} \quad (3.15)$$

где:

$L$  – требуемая производительность приточной вентиляции, м<sup>3</sup>/чел.;

$N$  – количество людей;

$L_{\text{норм}}$  – норма расхода воздуха на одного человека (типовое значение по СНиП – 60 м<sup>3</sup>/чел.).

$$L = 10 \cdot 60 = 600 \text{ м}^3 / \text{чел}$$

Расчет воздухообмена по кратности

$$L = n \cdot S \cdot H \quad (3.16)$$

где:

$L$  – требуемая производительность приточной вентиляции, м<sup>3</sup>/чел.;

$n$  – нормируемая кратность воздухообмена (по СНиП кратность = 3);

$S$  – площадь помещения (площадь = 400 м<sup>2</sup>);

$H$  – высота помещения (Высота = 6 м).

$$L = 3 \cdot 400 \cdot 6 = 7200 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

### 3.5 Общий расчет производительности

Рассчитав производительности всех помещений, мы пришли к выводу, что необходимый воздухообмен, который будет удовлетворять требованиям СНиП, будет реализован при помощи кратном обмене воздуха.

Для правильного расчета вентиляционной системы всего помещения, нам необходимо знать общую производительность. Для этого необходимо сложить производительности всех помещений.

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{упак}} + L_{\text{произ.пом}} + L_{\text{с.г.п}} + L_{\text{ф.п}} \quad (3.17)$$

где:

$L_{\text{общ}}$  – общая производительность приточной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{чел.}$ ;

$L_{\text{упак}}$  – производительность упаковочного цеха;

$L_{\text{произ.пом}}$  – производительность производственного помещения;

$L_{\text{с.г.п}}$  – производительность склада готовой продукции;

$L_{\text{ф.п}}$  – производительность цеха формирования погрузки.

$$L_{\text{общ}} = 6480 + 12297 + 3888 + 7200 = 29865 \text{ м}^3/\text{ч}$$

### 3.6 Расчет размеров воздуховодов

Для расчета размеров (площади сечения) воздуховодов нам нужно знать объем воздуха, проходящий через воздуховод в единицу времени, а также максимально допустимую скорость воздуха в канале. По требованиям в самом производственном цеху скорость воздуха в воздуховоде не должна превышать четырех метров в секунду. При увеличении скорости воздуха, размеры воздуховодов уменьшаются, но уровень шума и сопротивление сети возрастают.

Итак, расчетная площадь сечения воздуховода определяется по формуле:

$$S_c = \frac{L \cdot 2.778}{V} \quad (3.3)$$

где:

$S_c$  – расчетная площадь сечения воздуховода,  $\text{см}^2$ ;

$V$  – скорость воздуха в воздуховоде,  $\text{м}/\text{с}$ ;

2,778 – коэффициент для согласования различных размерностей (часы и секунды, метры и сантиметры).

$$S_c = \frac{29865 \cdot 2.778}{4} = 20741 \text{ см}^2$$

Расчет размеров воздуховода производится отдельно для каждой ветки, начиная с вентиляционной камеры, заканчивая выходом в помещение. Отметим, что скорость воздуха на ее выходе может достигать 6-8 м/с.

Расчет сопротивления сети

В процессе движения воздуха по воздуховодам, адаптерам, распределителям и всем остальным элементам сети, он испытывает сопротивление движению. Чтобы преодолеть это сопротивление и сохранить требуемый расход воздуха, вентилятор должен создавать определенное давление, измеряемое в Паскалях (Па). Чем больше будет падение давления в воздухопроводительной сети, тем ниже станет фактическая производительность вентилятора. Зависимость производительности вентилятора или вентустановки от сопротивления (полного давления) воздухопроводной сети задается в виде графика, который называется вентиляционная характеристика.

Таким образом, для дальнейшего выбора приточной вентиляции нам необходимо рассчитать сопротивление сети. Здесь нас поджидают определенные трудности, поскольку точный расчет требует учета сопротивления каждого элемента. Существует специальная программа для выполнения автоматического расчета сопротивления вентиляционной системы, такая как MagiCAD, но пользование данной программы требует определенных знаний, которых у нас нет. Так же существует специальный калькулятор, в котором применяется немного упрощенная методика расчета, все же учитывающая все основные параметры вентиляционной сети. Ручной же расчет весьма трудоемок и требует использования большого объема данных.

Поэтому в нашем случае мы воспользуемся готовыми расчетами, полученными с помощью калькулятора, сопротивление сети, полученное в результате расчета, составило 700 Па.

### 3.7 Мощность калорифера

После того как были определены производительность вентиляционной системы и сопротивление сети мы можем рассчитать требуемую мощность калорифера. Для этого нам необходимо знать значение температуры воздуха на выходе системы, и максимально низкую температуру воздуха в холодное время года.

Температура воздуха, во всем производственном цеху должна быть не ниже +8°C. Минимальная температура наружного воздуха зависит от климатической зоны, для климата амурской области средняя температура зимой составляет 30°C. Таким образом, калорифер должен нагревать поток воздуха на 40°C.

Так как в амурской области часто зимой сильные морозы то, для большей уверенности и в случаи необходимости большего нагрева потока воздуха, можно использовать калорифер большей мощности.

Мощность калорифера рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{\Delta T \cdot L \cdot C_v}{1000} \quad (3.4)$$

где:

$P$  – мощность калорифера, кВт.;

$\Delta T$  – разность температуры воздуха на выходе и входе калорифера, °C;

$L$  – производительность приточной вентиляции, м<sup>3</sup>/чел.;

$C_v$  – объемная теплоемкость воздуха, равная 0,336Вт·ч/м<sup>3</sup>/°C. Этот параметр зависит от давления, влажности, температуры воздуха, но мы в расчетах этим пренебрегаем.

$$P = \frac{40 \cdot 29865 \cdot 0.336}{1000} = 401 \text{ кВт}$$

После того, как мы произвели расчет вентиляционной системы, можно перейти к разработке функциональной схемы.

## 4 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ

Функциональная схема автоматизации определяет функциональную структуру, объем автоматизации технологических установок, а так же отдельных агрегатов промышленного объекта. На ФСА схематически изображаются: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации, при этом так же указываются связи между технологическим оборудованием и средствами автоматики.

Средства автоматизации и технологическое оборудование на ФСА изображаются упрощённо, без соблюдения масштаба.






Разработка функциональной схемы автоматизации производится в соответствии с ГОСТ 21.404–85 [2].

Учитывая все то, что было сказано выше, была разработана функциональная схема. Данная схема представлена на листе 2.

### 4.1 Основные элементы функциональной схемы

При разработке функциональной схемы были использованы следующие элементы, таблица 4.1 – Основные элементы функциональной схемы.

Таблица 4.1 – Основные элементы функциональной схемы

Условное графическое обозначение	Наименование
1	2
	Концевой выключатель верхнего уровня
	Концевой выключатель нижнего уровня
	Электрический привод
	Датчик температуры
	Датчик перепада давления

1	2
	Датчик давления
	Датчик положения аналоговый
	Датчик нижнего уровня
	Датчик влажности
	Электромагнитный пускатель
	Кнопка
HL1 	Сигнализационная лампа
	Насос
	Трехходовой запорно-регулирующий клапан
	Компрессор
	Вентилятор
	Приточно-вытяжной вентилятор
	Преобразователь частоты

#### 4.2 Состав функциональной схемы

1. датчик давления на выходе вытяжного вентилятора 59;
2. электропривод дросселя вытяжного воздуховода, для перекрытия системы вентиляции в нерабочем режиме;
3. концевой выключатель нижнего уровня дросселя вытяжного воздуховода;
4. концевой выключатель верхнего уровня дросселя вытяжного воздухо-



вода;

5. концевой выключатель нижнего уровня дросселя приточного воздухо-

вода;

6. концевой выключатель среднего уровня дросселя приточного воздухо-

вода;

7. концевой выключатель верхнего уровня дросселя приточного воздухо-

вода;

8. датчик влажности производственного помещения;

9. концевой выключатель нижнего уровня рециркуляционного дросселя;

10. концевой выключатель среднего уровня рециркуляционного дросселя;

11. концевой выключатель верхнего уровня рециркуляционного дросселя;

12. ультрафиолетовая лампа для бактерицизации воздуха;

13. датчик давления для измерения давления перед фильтром;

14. фильтр;

15. датчик давления для измерения давления после фильтра;

16. датчик давления всаса компрессора;

17. испаритель, для охлаждения воздуха в приточном воздуховоде

18. датчик температуры на поверхности испарителя;

19. датчик давления нагнетания компрессора;

20. концевой выключатель нижнего уровня регулирующего дросселя;

21. датчик температуры масла в компрессоре;

22. конденсатор;

23. датчик RCS;

24. датчик нижнего уровня масла компрессора;

25. датчик INT;

26. вентилятор конденсатора;

27. насос калорифера;

28. калорифер;

29. датчик температуры воздуха после калорифера;

30. трехпозиционный запорно-регулирующий клапан;

31. электропривод трехпозиционного запорно-регулирующего клапана 30;
32. аналоговый датчик положения трехпозиционного запорно-регулирующего клапана 30;
33. электропривод рециркуляционного дросселя;
34. концевой выключатель нижнего уровня дросселя приточного воздуховода, производственного помещения;
35. концевой выключатель верхнего уровня дросселя приточного воздуховода, производственного помещения;
36. датчик давления после приточного вентилятора;
37. концевой выключатель нижнего уровня дросселя приточного воздуховода, упаковочного цеха;
38. концевой выключатель верхнего уровня дросселя приточного воздуховода, упаковочного цеха;
39. концевой выключатель нижнего уровня дросселя приточного воздуховода, склада готовой продукции;
40. концевой выключатель верхнего уровня дросселя приточного воздуховода, склада готовой продукции;
41. концевой выключатель нижнего уровня дросселя приточного воздуховода, формирования погрузки;
42. концевой выключатель верхнего уровня дросселя приточного воздуховода, формирования погрузки;
43. концевой выключатель верхнего уровня дросселя вытяжного воздуховода, формирования погрузки;
44. концевой выключатель нижнего уровня дросселя вытяжного воздуховода, формирования погрузки;
45. концевой выключатель верхнего уровня дросселя вытяжного воздуховода, склада готовой продукции;
46. концевой выключатель нижнего уровня дросселя вытяжного воздуховода, склада готовой продукции;

47. концевой выключатель верхнего уровня дросселя вытяжного воздуховода, упаковочного цеха;
48. концевой выключатель нижнего уровня дросселя вытяжного воздуховода, упаковочного цеха;
49. концевой выключатель верхнего уровня дросселя вытяжного воздуховода, производственного помещения;
50. концевой выключатель нижнего уровня дросселя вытяжного воздуховода, производственного помещения;
51. электропривод дросселя вытяжного воздуховода, производственного помещения;
52. электропривод дросселя вытяжного воздуховода, упаковочного цеха;
53. электропривод дросселя вытяжного воздуховода, склада готовой продукции;
54. электропривод дросселя вытяжного воздуховода, формирования погрузки;
55. электропривод дросселя приточного воздуховода, производственного помещения;
56. электропривод дросселя приточного воздуховода, упаковочного цеха;
57. электропривод дросселя приточного воздуховода, склада готовой продукции;
58. электропривод дросселя приточного воздуховода, формирования погрузки;
59. вытяжной вентилятор;
60. приточный вентилятор;
61. электропривод дросселя приточного воздуховода, для перекрытия системы вентиляции в нерабочем режиме.

## 5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

После разработки функциональной схемы автоматизации, необходимо разработать схему управления, для которой выбирается оборудование автоматизации.

Выбор определенных средств автоматизации проводится с учетом требований, предъявляемых автоматизацией и особенностей технологического процесса. Главным условием выбора оборудования является: соответствие с технологическими возможностями, соответствие той зоны, где оборудование может использоваться, а так же экономическая целесообразность.

### 5.1 Выбор приточно-вытяжного вентилятора

В вентиляционной системе главным элементов является приточно-вытяжной вентилятор, при помощи которого обеспечивается обмен воздуха в помещении. Главными параметрами, которые учитываются при его выборе, являются производительность и давление.



Рисунок 5.1 – Вентилятор ВР 280-46 №10

Таблица 5.1 – Технические характеристики

Мощность электродвигателя (кВт)	Частота вращения (об./мин.)	Параметры в рабочей зоне	
		Производительность м <sup>3</sup> /час	Полное давление (Па)
5,5	410	16800-55100	620-810
7,5	460	19000-59000	800-1000
11	520	22000-70000	1000-1200
15	570	24000-75000	1200-1400

Рассмотрим его аэродинамическую характеристику рисунок 5.2

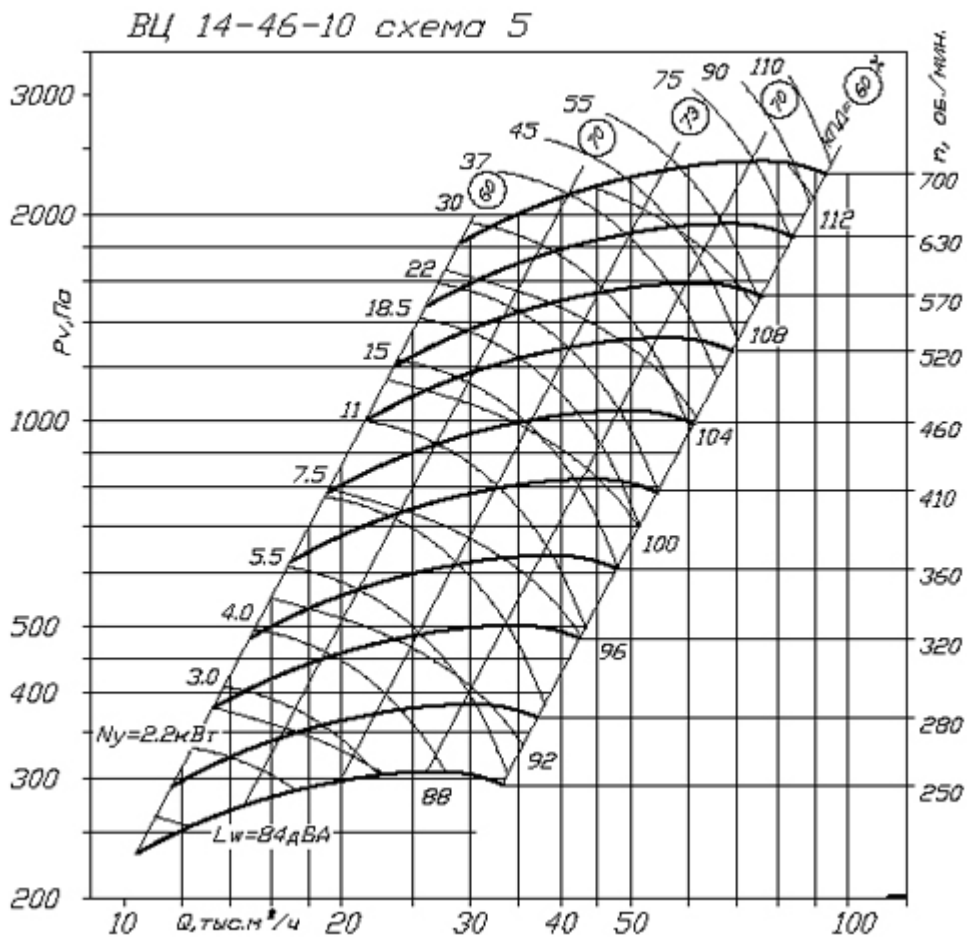


Рисунок 5.2 – Аэродинамическая характеристика вентилятора ВР 280-46 №10

Из данной характеристики видно, что для поставленной задачи требуется выбрать вентилятор мощностью 5,5 кВт с числом оборотов 410 в минуту с диапазоном давления 620-810 Па. Поскольку при давлении в 810 Па вентилятор способен обеспечить расход воздуха  $50000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а необходимый расход в  $30000 \text{ м}^3/\text{ч}$  при давлении 780 Па, что достаточно, поскольку при этом расходе он преодолеет сопротивление сети в 700 Па. При этом его КПД будет составлять около 75% и он будет работать с запасом по мощности.

## 5.2 Выбор водяного калорифера

Благодаря калориферу осуществляется нагрев приточного воздуха в системах вентиляции. Калорифер устанавливается в вентиляционных системах как отдельно, так и в составе приточно-вытяжных установок.

Калорифер представляет собой устройство для нагрева воздуха, путем теплообмена. Холодный поток воздуха, проходя через калорифер, нагревается по средствам соприкосновения с ним.

Выбор именно водяного калорифера связан с тем, что он является наиболее экономичным решением для помещений более 150 м<sup>2</sup>, так как подвод отопления к калориферу не высокзатратная задача.

Главным показателем при выборе калорифера служит производительность, т.е. тот объем воздуха, который он может нагреть за один час.

В данном случаи необходимо выбрать калорифер с производительностью 30000 м<sup>3</sup>/час. калорифер водяной КСк 4-12. Рисунок 5.3.



Рисунок 5.3 – Калорифер водяной КСк 4-12

Технические характеристики калорифера указаны в таблице 5.2

Таблица 5.2 – технические характеристики водяного калорифера КСк 4-12

Наименование.	Производительность по воздуху, м <sup>3</sup> /ч.	Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup> .	масса, кг.
Калорифер КСк 4-12	33000	172,5	290

Рабочее давление данного калорифера составляет 1,2 МПа.

### 5.3 Выбор насоса калорифера

Насос в данной системе увеличивает эффективность работы системы. Его предпочтительно устанавливать на выходе системы, так как охлаждённая вода продлевает срок его службы. Для данной системы подойдет консольный многоблочный центробежный насос КМ 50-32-125А, который показан на рисунке 5.4.



Рисунок 5.4 – НасосКМ 50-32-125А

Технические характеристики насоса указаны в таблице 5.3

Таблица 5.3 – Технические характеристики насосаКМ 50-32-125А

Подача, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Давление на выходе, МПа	Мощность двигателя, КВт	Частота вращения, обр/мин
12,5	20	1	2,2	2900

Насос следует выбирать исходя из того, какое давление может выдержать калорифер, в данном случае это давление составляет 1.2 МПа.

#### **5.4 Выбор компрессора**

Компрессор – это устройство для сжатия фреона и циркуляции его по рабочему контуру кондиционера.

Полугерметичный поршневой компрессор BITZER серии Ecoline. Используется в холодильных установках, системах холодоснабжения, системах кондиционирования воздуха. Компрессоры серии Ecoline оптимизированы для работы с хладагентом R134a, также могут использоваться R404A, R407C, R507A, R22.

Привод компрессоров износостойчив, обеспечивается низкая вибрация и бесшумность работы, чему способствует оптимизированная балансировка масс и низкая пульсация газа благодаря особой конструкции головки цилиндров. Компактный дизайн требует минимума занимаемого пространства[4].



Рисунок 5.5 – Компрессор BITZER 6he-28y

Технические характеристики указаны в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Технические характеристики компрессора BITZER 6he-28y

Максимальный ток, А	Мощность, кВт	Производительность, м <sup>3</sup> /ч
53,2	38	110

Так же данные компрессоры оснащаются защитами: по давлению масла при помощи реле РКС DeltaPII и реле напряжения и нагрева обмотки INT389, которое защищает компрессор от перенагрева. В случае его срабатывания данное реле, не дает разрешения на его включение в течение 5 минут.

### 5.5 Выбор бактерицидного модуля

Бактерицидный модуль – это система из нескольких бактерицидных ламп.

Бактерицидная лампа – это электрическая газоразрядная лампа, выполненная из увиолевого стекла, которое обеспечивает заданный спектр пропускания ультрафиолетового излучения.

Модельный ряд бактерицидных секций «Мегалит» включает 12 моделей с производительностью обеззараживания воздуха при бактерицидной эффективности 99,9% от 1300 м<sup>3</sup>/час (Мегалит-2) до 30000 м<sup>3</sup>/час (Мегалит-18).

Следовательно, чем больше ламп в секции, тем выше мощность бактерицидного излучения и, соответственно, выше производительность обеззаражива-



ния воздуха.

В нашем случае необходимо использовать модуль «Мегалит – 18» так как он обеспечивает обеззараживание нужного нам объема воздуха. Рисунок 5.6  
Модельный ряд бактерицидных секций «Мегалит - 18»



Рисунок 5.6 – Модельный ряд бактерицидных секций «Мегалит – 18»

### **5.6 Преобразователь частоты ПЧВ2**

Частотный преобразователь служит для преобразования тока частотой 50-60 Гц в ток частотой 1-800 Гц.

Частотный преобразователь ПЧВ2 применяется для регулирования частоты вращения приточного и вытяжного вентилятора.



Рисунок 5.7 – Преобразователь частоты ПЧВ2

Основные функциональные возможности:

1. плавный пуск и останов двигателя, в том числе отложенный запуск и пуск под нагрузкой по S-образной характеристике разгона;
2. компенсация нагрузки и скольжения;
3. вольт-частотный или векторный алгоритмы управления;
4. автоматическая адаптация двигателя без вращения;
5. автоматическая оптимизация энергопотребления, обеспечивающая высочайший уровень энергоэффективности;
6. полная функциональная и аппаратная диагностика, и защита работы ПЧВ;
7. встроенный сетевой дроссель и дроссель в звене постоянного тока;
8. встроенный ПИ-регулятор для управления в замкнутом контуре (поддержание давления, температуры, уровня и т.д.);
9. встроенный ПЛК для решения сложных задач управления и позиционирования привода;
10. возможность работы с внешними инкрементальными энкодерами, в том числе для поддержания малых частот вращения с большой точностью;
11. возможность динамического торможения, в том числе с применением тормозных резисторов;
12. гибкая структура управления с возможностью одновременного управления по физическим входам и по интерфейсу RS-485, что обеспечивает удобную интеграцию в современные системы управления и диспетчеризации;
13. протокол обмена ОВЕН, Modbus.

Простая настройка в русскоязычном конфигураторе или с использованием локальной панели оператора. Быстрые меню и готовые конфигурации под типовые задачи. Основные характеристики представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5– Характеристики преобразователя частоты ES025-04-0090A/U

Напряжение питания, В	380
Номинальное напряжение электродвигателя, В	380
Номинальный ток электродвигателя, А	9
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	4
Перегрузочная способность	150% в течение 1 минуты
Диапазон выходных частот, Гц	0-400

### 5.7 Электропривод Lufberg DA04N220S

Данный электропривод будет применяться для регулирования открытия вентиляционных заслонок в производственных помещениях.

Компания LUFBERG производит электропривода для применения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования. Высококачественные электропривода серии DA04N разработаны для использования с воздушными заслонками малого и среднего размера, а также водяными клапанами с использованием специальных адаптеров. В таблице 5.6 представлены основные характеристики электропривода Lufberg DA04N220S



Рисунок 5.8 – Электропривод Lufberg DA04N220S

Таблица 5.6– Характеристики электропривода Lufberg DA04N220S

Электропитание	Потребляемая мощность	Управление
220 В	4,1 Вт. Частота 50/60 Гц	2/3 позиционное

### 5.8 Электрический привод Regada ST 0 490.0-0PVSP/00

Электропривод RegadaST 0 490.0-0PVSP/00 применяется для регулирова-

ния горячей воды в калорифер.

Преимуществом данных электроприводов является: высокая надежность и большой ресурс, адаптация к сложным условиям работы, простота конструкции, плавное регулирование расхода, точное выполнение заданной характеристики с момента открытия клапана, устойчивость к перепадам давления, низкий уровень шума и отсутствие вибраций, гарантированная работоспособность при высоких температурах рабочей среды (до 150°C ).

Характеристики привода представлены в таблице 5.7



Рисунок 5.9 – Электрический привод Regada ST 0 490.0-0PVSP/00

Таблица 5.6– Характеристики электрического привода Regada ST 0 490.0-0PVSP/00

Напряжение однофазное	230 В, 50 Гц
Степень защиты	IP54
Температура среды	1...150 °С

### **5.9 ДТС125Л термосопротивление**

Термосопротивление ДТС125Л предназначено для измерения окружающего воздуха в автоматизированных системах вентиляции, отопления и кондиционирования. ДТС125Л легок в установке, из-за конструкции коммутационной головки преобразователя его можно устанавливать на стене или другой поверхности при помощи шурупов, винтов или других элементов крепежа. Харак-

теристика термосопротивления представлены в таблице 5.7.



Рисунок 5.10 – Термосопротивление ДТС125Л

Таблица 5.7–Характеристики термосопротивления ДТС125Л

Выходной сигнал	Длина погружной части	Диапазон рабочих температур	Класс точности
Ток 4..20мА	60мм	-50..80°С	0,5%

### 5.10 Датчик давления ПД100И

Датчик давления ПД100И предназначен для создания систем автоматического регулирования и управления в котельной автоматике, системах вентиляции, на тепловых пунктах и т.п. Основные характеристики данного датчика представлены в таблице 5.8.



Рисунок 5.11 – Датчики давления ОВЕН ПД100И

Таблица 5.8–Характеристики датчика давления ОВЕН ПД100И

сигнал постоянно-го тока	верхний предел измеряемого давления (ВПИ)	степень защиты
4...20 мА.	от 1,0 кПа до 100,0 кПа	IP65

### 5.11 Реле давления КРІ

Данные реле предназначены для систем регулирования, контроля давления всоса и нагнетания компрессора.



Рисунок 5.12 –Реле давления КРІ

### 5.12 Панельный программируемый логический контроллер ОВЕН СПК107

ОВЕН СПК107 представляет собой устройство класса человеко-машинный интерфейс со встроенными функциями свободно программируемого контроллера. СПК1xx предназначен для создания автоматизированных систем управления технологическими процессами в различных областях промышленности, энергетики, ЖКХ.



Рисунок 5.13 –Панельный программируемый логический контроллер ОВЕН СПК107

### 5.13 Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК100

Данный контроллер является сердцем всей приточно-вытяжной вентиля-

ции, благодаря ему будет, осуществляется управление всеми элементами вентиляционной системы.

Контроллер ОВЕН ПЛК100 предназначен для проектирования и создания систем управления. Кроме того, эти контроллеры очень удобно использовать для создания систем диспетчеризации различных объектов в области промышленности и ЖКХ.

Для обмена данными ОВЕН ПЛК100 может использовать как проводные средства – встроенные интерфейсы Ethernet, RS-232, RS-485, так и беспроводные – радио, GSM, ADSL модемы.



Рисунок 5.14 –Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК100

Полное описание программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК100 представлено в приложении А.

#### **5.14 Блок питания БП60Б-Д4-24**

Блоки питания БП04, БП15, БП30, БП60 являются импульсными по принципу действия и выполнены по схеме однотактного обратного преобразователя напряжения, имеют фильтр радиопомех на входе, гальваническую развязку между входом и выходом. Выходное напряжение стабилизируется с помощью отрицательной обратной связи. Технические характеристики представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9–Характеристики блок питания БП60Б

Мощность, Вт	60
Выходное напряжение (U вых.), В	24

### 5.15 Модуль дискретного ввода MB110-224.16Д

Модули предназначены для сбора данных со встроенных дискретных входов и передачи их в сеть RS-485.



Рисунок 5.15 –Модуль дискретного ввода MB110-224.16Д

Таблица 5.10–Коммуникационные возможности

Интерфейс	Поддерживаемые протоколы	Скорость обмена по RS-485
RS-485	ModbusRTU ModbusASCII OBEH DCON	2400...115200 бит/с

### 5.16 Модуль дискретного ввода/вывода МК110-220.4ДН.4РМК

Модули предназначены для управления по сигналам сети RS-485

Модули предназначены для управления по сигналам из сети RS-485 встроенными дискретными ВЭ, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением, и сбора данных с дискретных входов модуля с передачей их в сеть RS-485.



Рисунок 5.16 –Модуль дискретного ввода/вывода МК110-220.4ДН.4РМК



## 5.17 Модуль аналогового ввода с универсальными входами MB110-224.8A

Модули предназначены для измерения аналоговых сигналов встроенными аналоговыми входами, преобразования измеренных величин в значение физической величины и последующей передачи этого значения по сети RS-485.



Рисунок 5.17 – Модуль аналогового ввода с универсальными входами MB110-224.8A

Таблица 5.11–Коммуникационные возможности

Интерфейс	Поддерживаемые протоколы	Скорость обмена по RS-485
RS-485	ModbusRTU ModbusASCII OБEH DCON	2400...115200 бит/с

## 5.18 Датчик температуры

Тип данных датчиков предназначен для измерения температуры твердых тел, жидкостей и газообразных тел. Кабельный вывод обеспечивает удобство и быстроту монтажа, но ограничивает верхний предел измеряемых температур до 300-400 °С.



Рисунок 5.18 – Термопара

### 5.19 Конденсатора

Конденсатор AGS 632 BD служит для обмена тепла между горячим хладагентом и воздухом на улице. Характеристики представлены в таблице 5.12



Рисунок 5.19 – Конденсатор AGS 632 BD

Таблица 5.12–Характеристики конденсатора AGS 632 BD

Мощность, кВт	0,8
Площадь поверхности, м <sup>2</sup>	122,2
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /час	33000
Вентиляторы количество	1
Уровень шума, дБ	51
Мощность вентилятора, Вт 840	
Ток вентилятора, А	1,7
Страна производитель	Россия

### 5.20 Датчик влажности

Датчик влажности ПВТ 10 будет использоваться только в производственном помещении.



Рисунок 5.20 – Датчик влажности

Датчик влажности и температуры ОВЕН ПВТ10 предназначен для непрерывного преобразования относительной влажности и температуры неагрессивного газа в два унифицированных выходных сигнала 4...20 мА и передачи из-

меренных значений по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU).

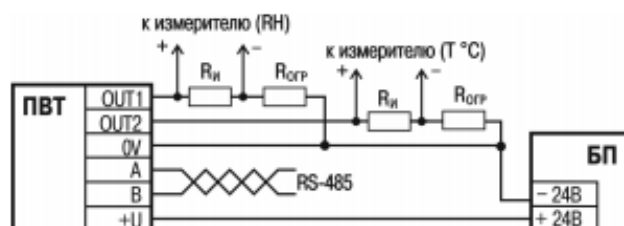


Рисунок 5.21 – Подключение датчика влажности

### 5.21 Электромагнитный пускатель ПМ12-250150 УХЛ4 В

Пускатели электромагнитные серии ПМ12 предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, остановки и реверсирования трёхфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором на напряжение до 660В переменного тока 50 и 60 Гц.

При наличии тепловых реле пускатель осуществляет защиту управляемых электродвигателей от перегрузки и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз, а также от не симметрии фаз.

В нашем случае данные пускатели будут применяться для схемы АВР. Характеристики электромагнитного пускателя ПМ12-250150 УХЛ4 В представлены в таблице 5.13.



Рисунок 5.22 –Электромагнитный пускатель ПМ12-250150 УХЛ4 В

Таблица 5.13 –Характеристики электромагнитного пускателя ПМ12-250150 УХЛ4 В

Номинальный рабочий ток, $I_n$	250А
Номинальное рабочее напряжение, $U_e$	до 660В/50Гц

Напряжение катушки управления, Uс	220В АС
Количество полюсов	3
Степень защиты	IP20
Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ4
Коммутационная износостойкость, циклов ВО	200 000 циклов ВО
Механическая износостойкость, циклов ВО	5 000 000 циклов ВО
Кол-во в транспортной упаковке, шт	4
Артикул производителя	ET518923

### 5.22 Электромагнитный пускатель

Электромагнитный пускатель служит для коммутации цепей управления исполнительными механизмами, управляющий сигнал подается на катушку пускателя, которая притягивает сердечник на котором расположена контактная группа.

Пускатели КМ29-КМ32 рассчитаны на 1А и 2А, был выбран пускатель ПМЛ 110Х-09.

Пускатели КМ1-КМ22 рассчитаны на 1А и 2А, для них были выбраны контактор модульный КМ20-20 АС ИЭК.

КМ7, КМ10 рассчитаны на 30А был выбран ПМЛ 310Х-32.

КМ14 рассчитан на 55А был выбран ПМЛ 5100-80.



Рисунок 5.23 –Электромагнитный пускатель ПМ12-250150 УХЛ4 В

### 5.23 Тепловое реле

Тепловое реле применяется для защиты двигателей по установочному номинальному току.

КК1, КК3, рассчитаны на токи 2А было выбрано тепловое реле

LR2K0310.

КК2 рассчитан на 55А было выбрано тепловое реле LRD3361.



Рисунок 5.24 –Электромагнитный пускатель ПМ12-250150 УХЛ4 В

### 5.24 Автоматический выключатель

Применяется для экстренного отключения линии при коротком замыкании.

Автоматические выключатели SF8 – SF31, рассчитаны на номинальный ток менее одного ампера, в качестве этих выключателей был выбран S201 1А.

Автоматический выключатель SF35 рассчитан на 2 ампера в качестве него был выбран S201 2А.

Автоматические выключатели SF36 и SF37 рассчитаны на токи 4А и 6А в качестве этих выключатель был выбран SH201L 10А.

Автоматический выключатель SF34 рассчитан на 12 ампера в качестве него был выбран SH201L 16А.



Рисунок 5.25 –Автоматический выключатель

Автоматический выключатель SF5 и SF7 рассчитаны на 2 ампера и три фазы в качестве этих выключателей выбран SH203L 6А.

Автоматический выключатель SF2 и SF3 рассчитаны на 30 ампера и три фазы в качестве этих выключателей выбран SH203L 40А.

Автоматический выключатель SF6 рассчитаны на 55 ампера и три фазы в

качестве этих выключателей выбран SH203L 63А.



Рисунок 5.26 – Автоматический выключатель трех полюсный

Автоматический выключатель SF1 рассчитаны на 190 ампера и три фазы в качестве этих выключателей выбран АВВ А2С 250 ТМФ 200-2000 F F, 200А.



Рисунок 5.27 – Автоматический выключатель АВВ А2С 250 ТМФ 200-2000 F F, 200А

### 5.25 Кнопка

Кнопка МТВ2-BAZ113 с нормально открытым контактом без фиксации используется в цепях управления для коммутации катушек электромагнитных пускателей в сети 220 В.

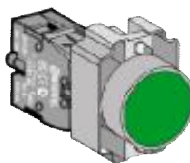


Рисунок 5.28 –Кнопка МТВ2-BAZ113

## 6 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ

### 6.1 Силовая схема

Подключение к трехфазной сети производится через автоматический выключатель SF1.

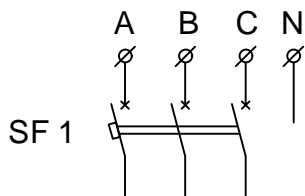


Рисунок 6.1 – Вводной автоматический выключатель

Приточный и вытяжной вентиляторы подключаются к трехфазной сети при помощи преобразователей частоты ПЧВ1 и ПЧВ2, которые подключаются к электромагнитным пускателям КМ29 и КМ30, через защитные трехфазные автоматические выключатели SF2 и SF3.

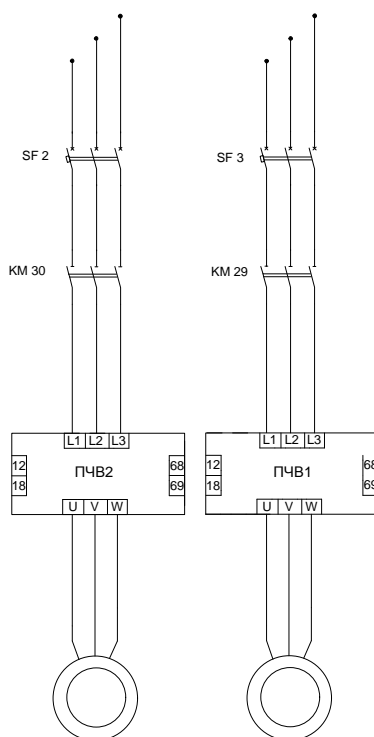


Рисунок 6.2 – Подключение вытяжного и приточного вентиляторов

Бактерицидный модуль подключается к одной фазе через электромагнитный пускатель КМ6, защищенный автоматическим выключателем SF4.

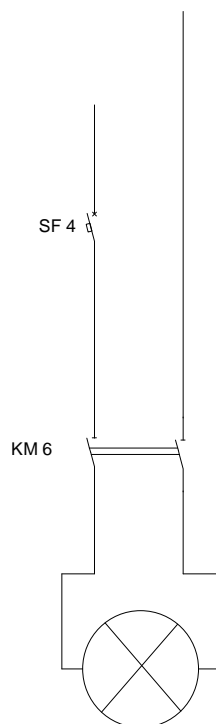


Рисунок 6.3 – Подключение бактерицидного модуля

Насос, компрессор и вентилятор конденсатора подключаются к трехфазной сети через тепловые реле КК1, КК2 и КК3 через электромагнитные пускатели КМ7, КМ14, КМ10, которые защищены автоматическими выключателями SF5, SF6, SF7.

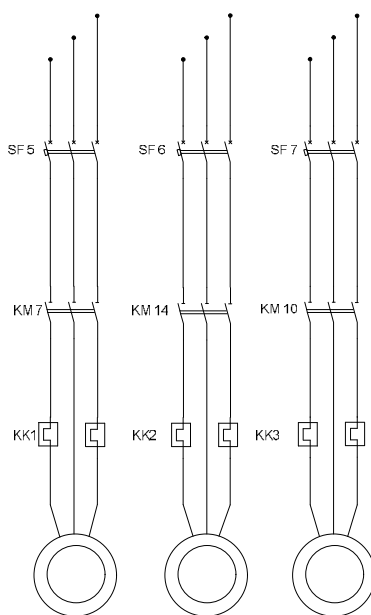


Рисунок 6.4 – Подключение насоса, компрессора и вентилятора



Запорно-регулирующий клапан подключается одним управляющим входом к одной фазе через электромагнитный пускатель КМ23 защищенный автоматическим выключателем SF8, а другим к другой фазе через электромагнитный пускатель КМ24 защищенный автоматическим выключателем SF9.

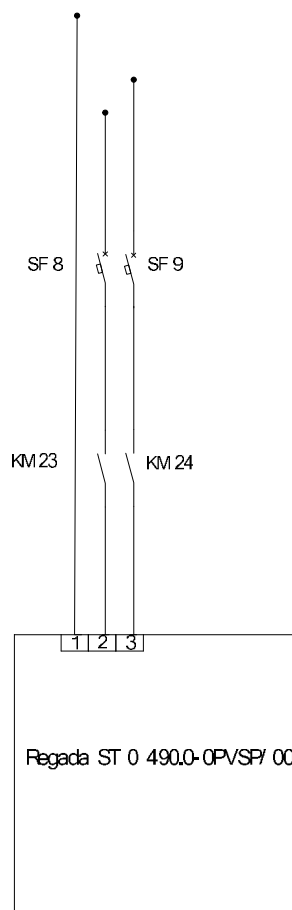


Рисунок 6.5 – Подключение запорно-регулирующего клапана

Задвижка на входе приточной вентиляции подключается одним управляющим входом к одной фазе через электромагнитный выключатель КМ19, который защищен автоматическим выключателем SF10, а другим управляющим входом к другой фазе также электромагнитный пускатель КМ20, защищенный автоматическим выключателем SF11.

Рециркуляционная задвижка подключена аналогично приточной, через свои пускатели КМ21 и КМ22 через автоматические выключатели SF12 и SF13.

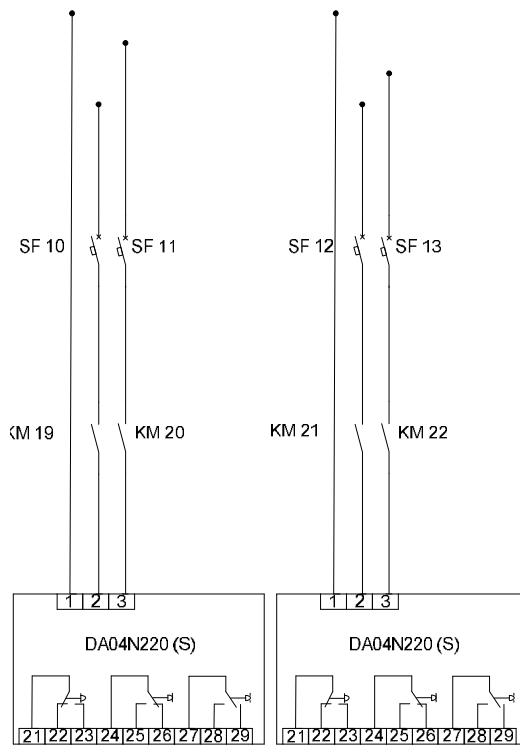


Рисунок 6.6 – Подключение задвижек

Остальные задвижки на входе и выходе вентиляции подключены аналогично.

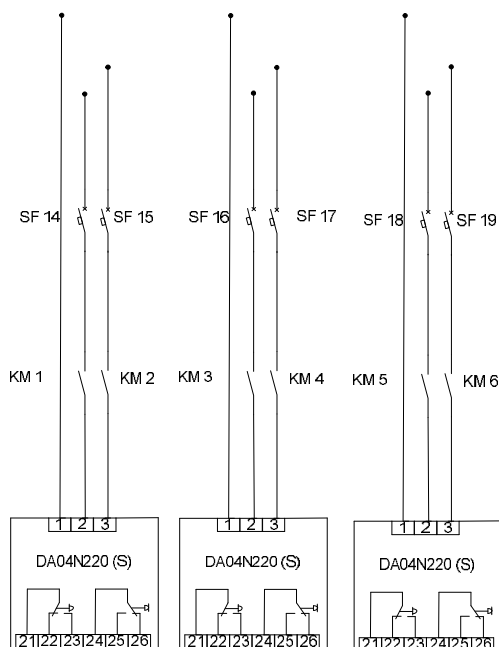


Рисунок 6.7 – Подключение задвижек

Полная силовая электрическая схема представлена на листе 2.

## 6.2 Схема управления

В схеме управления организована связь блоков участвующих в управлении и контроле.

Главным блоком участвующим в управлении и контроле системы ПЛК, так же из-за отсутствия на его борту необходимо количества входов и выходов применены блоки расширения, такие как модуль ввода-вывода дискретных сигналов, модуль ввода дискретных сигналов и модуль ввода аналоговых сигналов, все эти приборы подключены к однофазной сети через автоматический выключатель SF36.

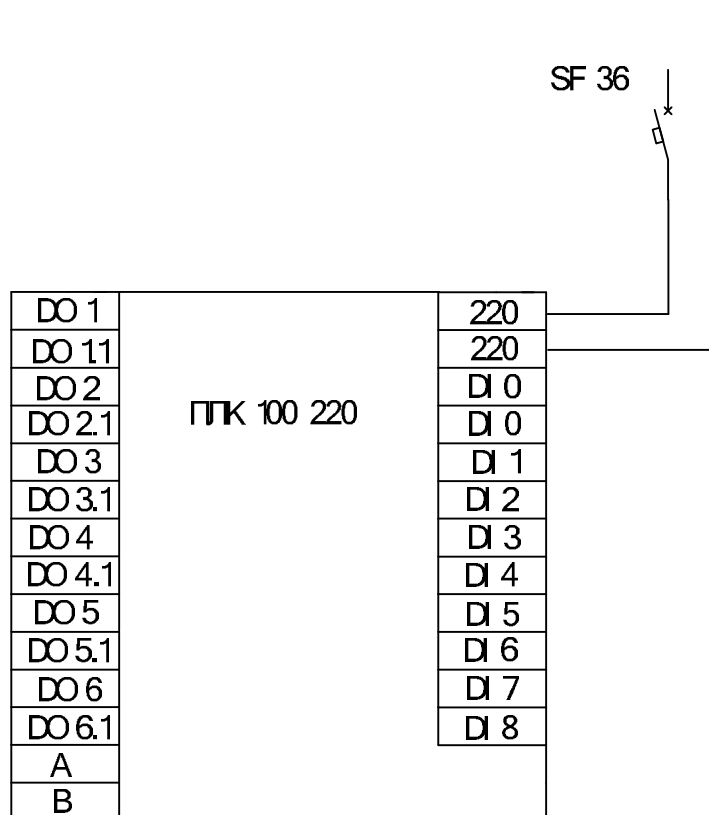


Рисунок 6.8 – Подключение ПЛК к сети

Все эти блоки связываются между собой через интерфейс RS-485 в том числе и операторская панель.

Так же управляющие воздействия от ПЛК к частотным преобразователям поступает по средством интерфейса RS-485. Частотный преобразователь запускается с помощью электромагнитного пускателя, так же контакт этого пускателя подведен к дискретному входу ПЧ отвечающим за «СТАРТ».

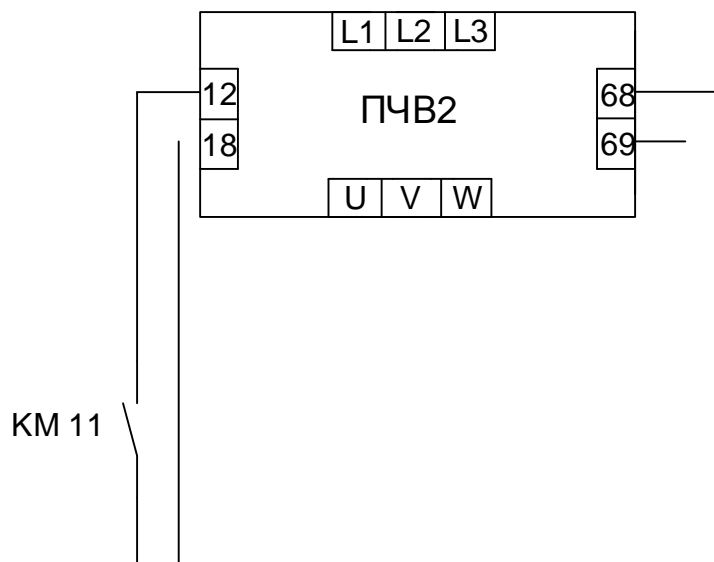


Рисунок 6.9 – Управление преобразователем частоты

Организована схема ручного управления исполнительными механизмами, где предусмотрены блокировки, такие как запрет на включение обеих фаз на привод клапана.

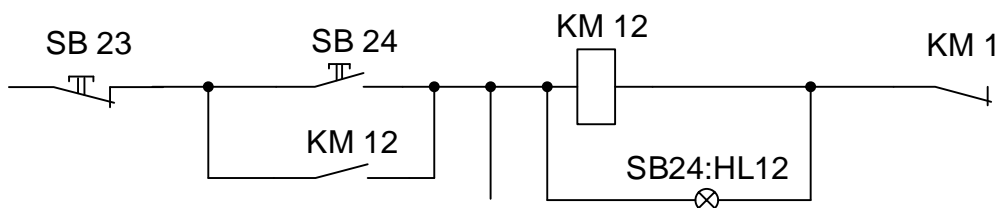


Рисунок 6.10 – Ручное управления приводом с блокировкой

Перевод из ручного режима в автоматический организовывается с помощью переключателя SA1, при переключении в автоматический режим он замыкает цепь питания дискретных выходов ПЛК и модулей ввода-вывода дискретных сигналов, что позволяет при переводе системы в ручной режим не выключать контроллер и он будет продолжать работать, но не будет участвовать в непосредственном управлении исполнительными механизмами.

Дискретные входы ПЛК и модулей расширения, принимают такие сигналы как концевые выключатели механизмов, реле давления, INT- реле контроля напряжения и фаз компрессора, так же реле давления масла и контроль уровня масла в картере.

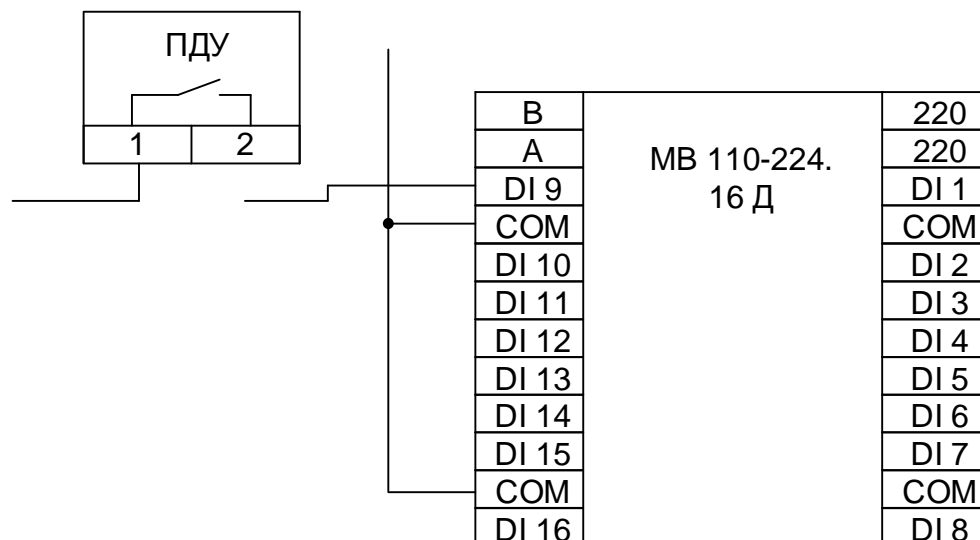


Рисунок 6.11 – Подключение датчика уровня к модуль ввода дискретных сигналов

К модулю ввода аналоговых сигналов подключаются датчики доковые и напряжения.

Например, датчик температуры типа термосопротивления или термопара подключаются к входам без применения дополнительно внешнего питания к входам модуля AI-X.1 AI-X.2.

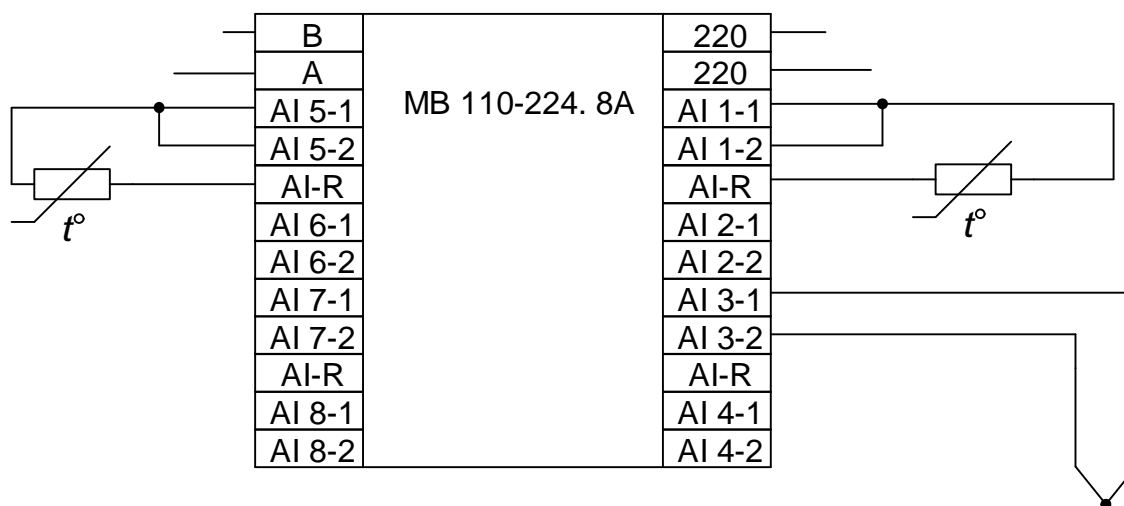


Рисунок 6.12 – Подключение датчиков температуры к модулю ввода аналоговых сигналов

Датчик давления подключается при помощи внешнего источника питания 24 В, последовательно через добавочное сопротивление к входам модуля AI-X.1 AI-X.2.

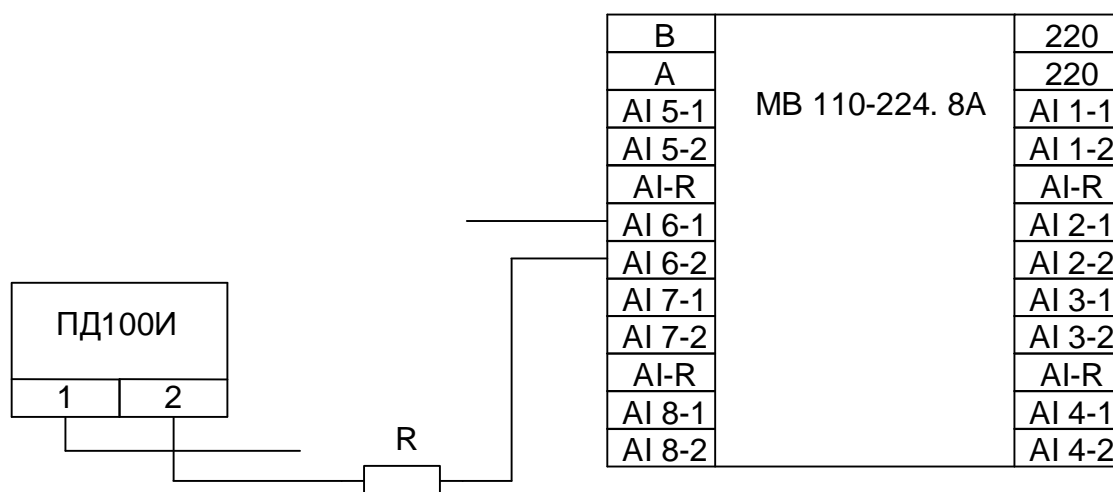


Рисунок 6.13 – Подключение датчика давления к модулю ввода аналоговых сигналов

Датчик влажности подключается аналогично датчику давления.

## 7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ

Щит управления – устройство, состоящее из элементов управления, а именно: релейных модулей, контроллеров, элементов питания силовой нагрузки, пускателей и таймеров, соединённых между собой одной электрической схемой. Наличие световой индикации, а также панелей управления позволяет вести контроль над всем технологическим процессом.

### 7.1 Общие правила к щитам

Щит должен быть выполнен из прочных материалов, для того, чтобы выдерживать вес оборудования и электрическое напряжение в случае короткого замыкания.

Дверца и корпус щита должны быть обязательно заземлены.

Оборудования с высоким тепловыделением располагаются в верхней части щита для того, чтобы избежать перегрева всего оборудования.

При установке пускателей, реле, таймеров и т.п. необходимо знать сечение вводных и отходящих кабелей.

При установке аппаратов необходимо соблюдать безопасное расстояние между ними, для того, чтобы гарантировать нормальную работу аппаратов.

Оборудование должно присоединяться при помощи ДИН-реек.

Кабели питания и управления должны располагаться в кабель каналах.

В щитах с повышенным тепловыделением используют искусственную вентиляцию, чтобы нормализовать температуру и создать благоприятную обстановку для работы всего оборудования.

В некоторых случаях в щитах применяют нагревательные элементы для избежания образования конденсата, а далее короткого замыкания.

Все щиты должны обладать степенью защиты от воды и пыли.

### 7.2 Сборка щита

Сборка щита начинается с определения его типа и размера. Тип и размер щита должен соответствовать стандартам. На рисунке 7.1 представлен эскиз шкафа.

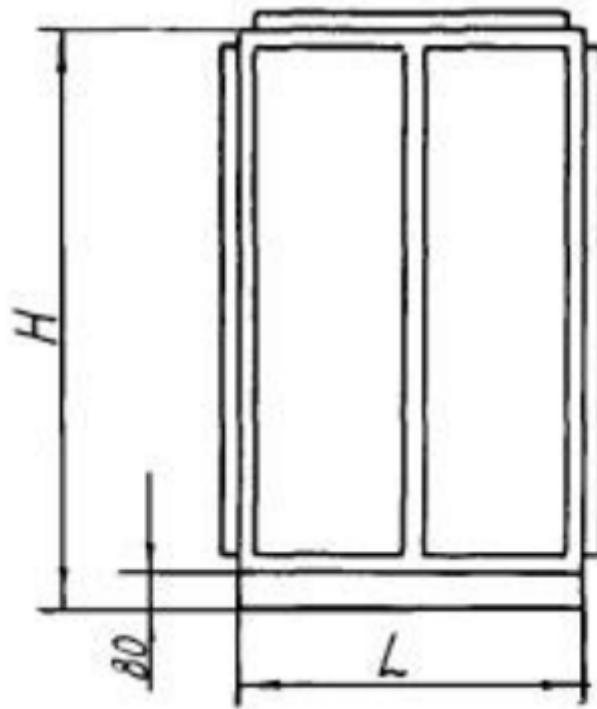


Рисунок 7.1 – Эскиз шкафа управления

Геометрический размер щита необходимо определять только после точного подсчета количества аппаратов и их монтажной зоны.

После того как были определены тип и размер можно приступить непосредственно к самой сборке.

Для начала необходимо определить расположение элементов, все элементы необходимо устанавливать с учетом конструктивных особенностей этих изделий, а также в соответствии с ходом технологического процесса начиная от начальных стадий и кончая завершающими. Все элементы должны быть установлены в специальные рейки, которые называются ДИН-рейками. Пример расположения элементов показан на рисунке 7.2.

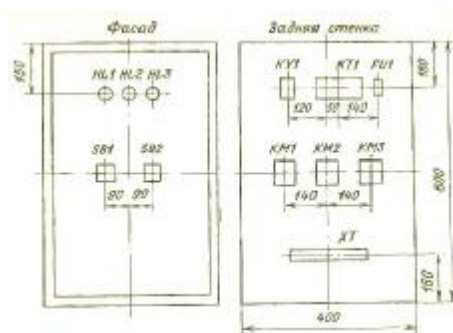


Рисунок 7.2 – Пример расположения элементов



Как только все элементы расположены по своим местам можно приступать к их подключению. Провода к элементам прокладываются по специальному кабель каналу. Как правило, при монтаже используют медные провода. При вводе провода в оборудование на его конец одевают специальный обжимной наконечник, он дает более качественный и долговечный контакт, а также исключает замыкание с другим контактом. Все провода следует пронумеровать, для того чтобы, можно было наблюдать начало и конец провода.

На двери шкафа обычно располагаются сигнальная индикация, программируемые панели, кнопки управления и кнопки экстренного останова. Органы управления должны располагаться логически понятно. Кнопку аварийного останова лучше всего располагать верхней части дверцы, чтобы исключить случайное нажатие. Органы управления и индикации, как правило, размещают в центре дверце в удобном для использования порядке. Операторские панели и приборы учета следует размещать на уровне глаз оператора.

### **7.3 Качество сборки щита**

Сборка шкафа должна быть выполнена качественно, оборудование должно быть закреплено ровно, кабель каналы должны быть закрыты крышками, нигде не должно болтаться лишних проводов, жгут на дверь должен находиться в защитной оплетке.

Наконечники на проводах необходимо обжимать качественно, если на нем есть изоляционная юбка, то провод должен заходить под нее, наконечники необходимо применять точно по диаметру провода. Все элементы внутри шкафа должны быть крепко закреплены. Все оборудование должно быть промаркировано. Все клеммы должны быть затянуты. По окончании работы шкаф должен представлять законченное изделие, которое нет смысла дорабатывать.

Обязательно перед вводом в эксплуатацию на шкаф должны наклеить знак «осторожно напряжение» это делается для того, чтобы обезопасить незнающих людей.

Вместе со шкафом должны быть в комплекте документы, включающие: схемы внутренних и внешних подключений, паспорт, руководство по эксплуа-

тации, сертификат соответствия.

#### 7.4 Проектирование щита управления для вентиляционной системы ПК «Серышевский»

Проанализировав требуемое количество оборудования и его размер, мы пришли к выводу, что касаясь данного случая необходим шкаф с высотой 1800 мм, длиной 1400 мм и шириной 600 мм.

В верхней части будут располагаться автоматические выключатели, дополнительные модули ввода-вывода и программируемый логический контроллер ПЛК 100.

В середине щита управления будет находиться вводной автоматический выключатель и электромагнитные пускатели.

В нижней части щита управления будут установлены преобразователи частоты так как они занимают большое количество места.

На дверце щита будут установлены сигнализирующие лампы, кнопки ручного управления, а также программируемая панель ОВЕН СПК107.

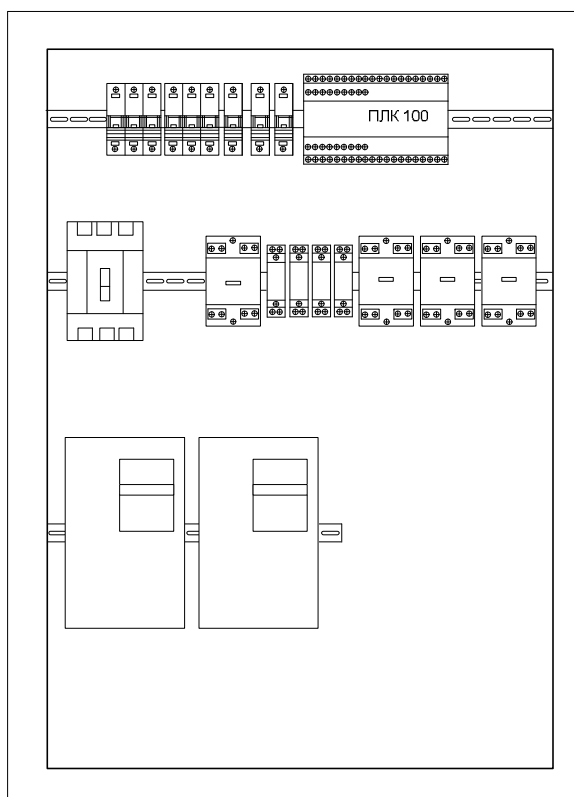


Рисунок 7.3 – Расположение элементов автоматики внутри щита

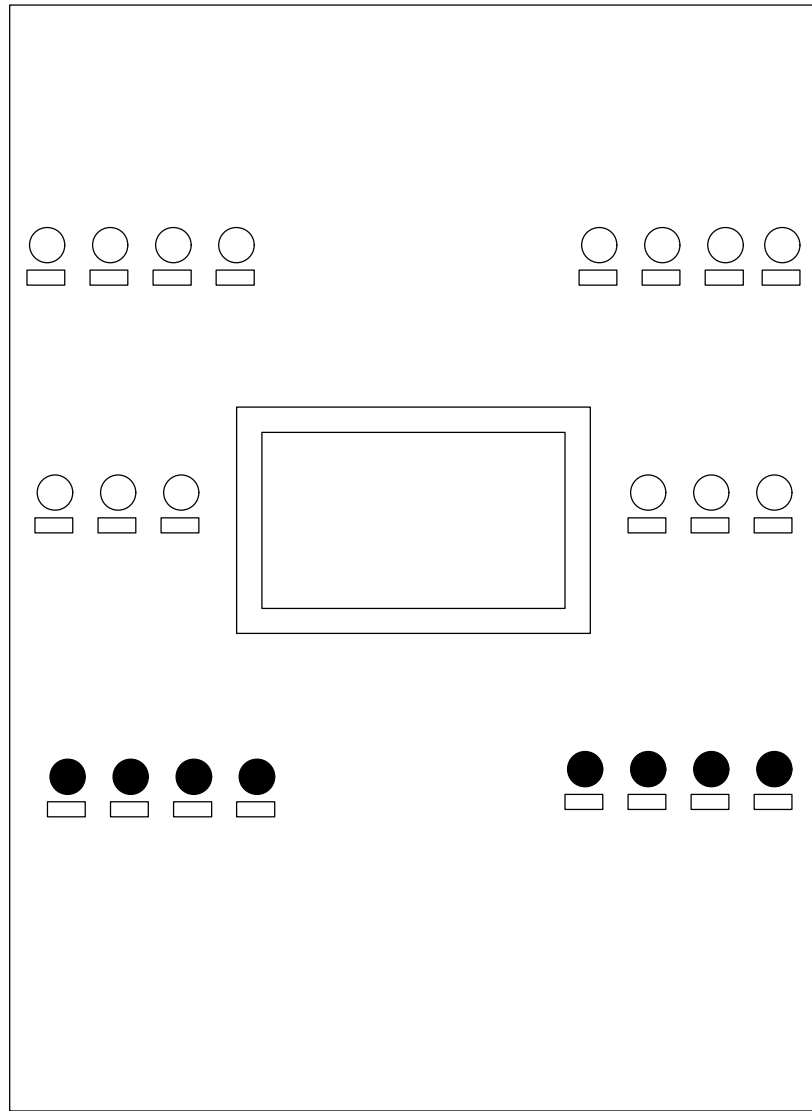


Рисунок 7.4 – Расположение элементов автоматики на дверце щита

## 8 РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Для производственного комплекса можно рассчитать стоимость оборудования выбранного в главе 5 и проанализировать является ли данная вентиляционная система выгодной для данного предприятия. Стоимость оборудования представленной в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Стоимость оборудования

Наименование оборудования, шт.	Цена, руб.	Необходимое количество, шт.
1	2	3
Вентилятор ВР 280-46 №10	108000	2
Калорифер водяной КСк 4-12	17950	1
Насос КМ 50-32-125А	15950	1
КомпрессорBITZER6he-28y	712725	1
Модельный ряд бактерицидных секций «Мегалит - 18»	130000	1
Преобразователь частоты ПЧВ2	70000	2
Электропривод Lufberg DA04N220S	4202	11
Regada ST 0 490.0-0PVSP/00	58700	1
ТермосопротивлениеДТС125Л	649	3
Датчики давления ОВЕН ПД100И	5841	4
Реле давления КРІ	2450	1
Панельный программируемый логический контроллер ОВЕН СПК107	19824	1
Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК100	12862	1
Модуль дискретного ввода МВ110-224.16Д	4484	3
Модуль дискретного ввода/вывод МК110-220.4ДН.4РМК	5310	2
Модуль аналогового ввода с универсальными входами МВ110-224.8А	6313	2

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3
Термопара	1200	1
Конденсатор AGS 632 BD	197000	1
Электромагнитный пускатель ПМ12-250150 УХЛ4 В	11330	2
Силовой автоматический выключатель АВВА2С 250 ТМФ 200-2000 FF, 200А	8801	1

Итого на все оборудование за исключение пускателей и автоматических выключателей потребуется 1664353 руб.

Итоговая сумма при правильных расчетах не превысит 2500000 руб. При таких малых вложениях в производственном комплексе будет свежий, очищенный воздух, а также будут выполнены все требования по воздухообмену согласно санитарным нормам и правилам для производственных помещений.

## 9 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

### 9.1 Безопасность

Огромную роль в производственных помещениях играет вентиляционная система. По своему назначению вентиляция подразделяется на приточную и вытяжную. Вытяжная вентиляция служит для удаления из здания цеха нагретого и загрязненного воздуха и выброса его в атмосферу. Приточная вентиляция служит для подачи в цех чистого воздуха взамен удаленного. Таким образом, вентиляция является средством поддержания в цехе нормальных метеорологических условий.

Вентиляционные системы требуют правильного и бережного ухода. В случае небрежного обращения с оборудованием, оно может выйти из строя и потребует определенного ремонта. К ремонту и обслуживанию вентиляционных установок допускается персонал прошедший соответствующий инструктаж по технике безопасности. При работах по ремонту вентиляционных систем на месте, должны соблюдаться правила техники безопасности для строительномонтажных работ. В связи с тем, что работы по обслуживанию и частично по ремонту на месте вентиляционных установок производятся в действующих цехах, персонал службы эксплуатации вентиляционных устройств и ремонтные рабочие должны быть проинструктированы в отношении соблюдения правил техники безопасности.

Требования охраны труда перед началом работы:

1. привести в порядок рабочую одежду: застегнуть обшлага рукавов, волосы убрать под плотно облегающий головной убор. Работать в легкой обуви (тапочках, босоножках) запрещается;
2. проверить и убедиться в наличии и исправности закрепленного инструмента, приспособлений по обеспечению безопасного производства работ, средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения. Инструмент, приспособления и детали расположить в удобном для пользования порядке;
3. рабочее место привести в порядок, убрать все мешающие работе пред-

меты, освободить проходы;

4. для переноски рабочего инструмента к месту работы подготовить специальную сумку или ящик с несколькими отделениями;

5. проверить, чтобы рабочее место было достаточно освещено. Напряжение переносных ламп не должно превышать 12 В. Вилки приборов на напряжение 12 В не должны входить в розетки на напряжение 220 В;

6. перед чисткой, ремонтом и осмотром вентиляционных установок они должны быть обесточены с помощью коммутационной аппаратуры. Должны быть вывешены соответствующие плакаты;

7. электрические провода и электроустановки, около которых должна производиться работа, должны быть обесточены на время производства работ; если это сделать невозможно, то должны быть выставлены ограждения, приняты меры к невозможности включения установок посторонними лицами;

8. обо всех недостатках и неисправностях, обнаруженных при осмотре на рабочем месте, доложить старшему смены для принятия мер к их полному устранению;

9. работы производить по распоряжению руководителя работ с записью в журнале.

Требования охраны труда во время работы:

1. при ремонте калориферных вентиляционных установок выпустить из них воду или конденсат, отключить их от трубопроводов с энергоносителями (перегретой водой или паром) посредством запорной арматуры с установкой заглушки на гребешках вводов энергоносителей;

2. надевать соскользнувший приводной ремень только после полной остановки электромотора и вентилятора;

3. следить, чтобы во время работы установки подшипники не перегревались. При нагревании подшипников устранить причину нагревания. При осмотре и сборке подшипников следить, чтобы они не были сильно затянуты и чтобы в них не попадали опилки, песок, пыль;

4. следить, чтобы во время работы не перегревался кожух электромотора;

5. при работе ремня с ударами, при скольжении ремня остановить вентиляционный агрегат для ремонта;

6. следить за исправным состоянием подвесок воздуховода и не допускать их провисания;

7. при осмотре пылеприемников и пылеочистительных сооружений, а также при очистке от пыли бункеров работу производить в защитных очках и респираторе;

8. при ручной очистке сухой пыли в камерах во избежание взрывов не допускать ударов, вызывающих искрение;

9. при производстве ремонта или осмотре оборудования на высоте следить за тем, чтобы в этих местах внизу не находились люди;

10. разбираемые части складывать так, чтобы они не могли упасть и не мешали работе;

11. запрещается загромождать вентиляционные камеры, каналы и площадки различными предметами;

12. запрещается влезать внутрь каналов бункеров, укрытий, охладителей до выключения и полной остановки соответствующих установок, снятия плавких вставок, освобождения бункеров от пыли и проветривания внутренних частей установок;

13. при перерывах в работе венткамеру необходимо закрывать на ключ;

14. по окончании работ восстановить рабочую схему вентилятора.

Требования охраны труда по окончании работы:

1. отключить и убрать переносные светильники (если использовались для организации местного освещения);

2. убрать детали, материалы, приспособления и инструмент в отведенные для этого места;

3. привести в порядок рабочее место;

4. сообщить о недостатках, обнаруженных в вентиляционных установках, оборудовании и инструмент.



## 9.2 Экологичность

В настоящее время важным аспектом является уменьшение вредного воздействия систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха (систем ВОК) на окружающую среду на всех стадиях их полного жизненного цикла, включающего добычу сырья, получение материалов для изготовления комплектующих, производство систем ВОК, их эксплуатацию (функционирование) и утилизацию (рекуперацию).

Функционирование систем ВОК обуславливает отрицательное воздействие в первую очередь на внешнюю воздушную среду. Поэтому, как указывалось выше, такие системы должны быть снабжены устройствами для очистки атмосферных выбросов от вредных пылевых и газообразных веществ, содержащихся в удаляемом из помещения воздухе. Этот вопрос достаточно исследован и меры по обеспечению защиты окружающей среды в этом плане неизвестны и широко применяются на практике.

Вместе с тем, на обеспечение функционирования систем ВОК тратится тепловая и электрическая энергия, которая изначально предопределяет затраты топлива, например, на ТЭЦ. Естественно, что этот источник снабжения систем ВОК энергией является одновременно причиной загрязнения окружающей среды, и чем больше энергозатраты системы, тем значительнее будет воздействие на экологию. Следовательно, одним из важных показателей экологичности систем ВОК является их уровень энергопотребления, который должен быть минимизирован при условии сохранения возможности обеспечения этими системами требуемых параметров микроклимата в помещениях. Отсюда возникает такое важное с экологической точки зрения понятие, как энергосбережение в системах ВОК, которое может обеспечиваться различными путями.

Первое направление учитывает то, что при установленных наружных условиях производительность системы зависит от принятой расчётной температуры воздуха на рабочем месте: чем больше разность между наружной и внутренней температурами, тем выше должна быть тепло - или холодопроизводительность установки, а следовательно, и её энергопотребление. Отсюда выте-

кает, что с точки зрения снижения энергозатрат на функционирование системы целесообразно эту разность уменьшить за счёт внутренней температуры (при сохранении её значения в рамках санитарной нормы), сблизив её с наружной. Этот приём широко применяется в современных системах ВОК, где температурный параметр микроклимата принимается, как правило, по предельно допустимой величине.

Второе направление в определённой мере связано с первым и относится, в основном, к установкам охлаждения приточного воздуха. Оно нашло отражение в СНиП 2.04.05-91, где с целью экономии энергии регламентируется в первую очередь применять установки прямого или косвенного водоиспарительного действия (как наименее энергоёмкие), а системы с холодильной машиной следует реализовать только в случае, если первые по каким-либо причинам не могут обеспечить нормируемых параметров микроклимата, причём выбор источника холода должен быть экономически обоснован [12].

### **9.3 Чрезвычайные ситуации**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Так как наше предприятие оснащено электрооборудованием, существует большая вероятность того, что может произойти короткое замыкание, которое, в свою очередь, приведет к возгоранию электропроводки, а в дальнейшем, к пожару всего производственного цеха.

Проблема обеспечения пожарной безопасности систем вентиляции актуальна по нескольким причинам. Во-первых, такая система может стать мощным фактором для распространения пламени. Во-вторых, правила ее проектирования и монтажа, как таковые, не гарантируют обеспечения пожарной безопасности. В-третьих, при правильном проектировании, установке и эксплуатации вентиляционного оборудования оно станет системой, защищающей от возник-

новения или распространения огня.

В процессе проектировки системы необходимо учитывать особенности помещения и установленного оборудования, подстраиваться под архитектурные особенности здания и его планировку. Организация пожарной безопасности вентиляционных систем – это комплекс мер, который позволит максимально снизить риск возникновения пламени из-за работы самого оборудования и повысить вероятность успешного устранения возгорания в случае возникновения пожара по другим причинам. Существуют специальные нормативные требования, в которых прописаны правила проектирования, монтажа и использования оборудования в помещениях конкретных классов. Они дают исчерпывающую информацию. Основная масса таких документов относится к классу СНиП.

Пожар – это горение вне специального очага, которое не контролируется и может привести к массовому поражению и гибели людей, а также к нанесению экологического, материального и другого вреда. Пожар опасен для человеческого организма как непосредственно – поражение в результате воздействия огня и высоких температур, так и косвенно – в побочных эффектах пожара (удушье вследствие вдыхания дыма или крушение здания из-за высокой температуры, расплавляющей его фундамент).

Основные причины пожаров из-за вентиляционных систем

Данный вопрос невозможно рассмотреть без знания общего механизма возникновения пожара. В процессе всегда участвует два фактора: горючая среда и источник возгорания. Чем мельче элементы среды, тем они легче воспламеняются. Поэтому особую опасность представляют газы и мелкодисперсные частицы (пыль от муки, табака и т.д.). В помещениях, где присутствуют подобные факторы, обеспечение безопасности вентиляционной системы особенно актуально, так как возгоранию предшествует взрыв, а вызвать его может даже небольшая искра от выключателя (при достаточной концентрации горючего вещества в воздухе).

Вот несколько причин, по которым вентиляционное оборудование может

стать источником пожара:

1. высокие температуры на поверхности оборудования;
2. отсутствие заземления;
3. отсутствие тепло- и токозащитных устройств;
4. применение агрегатов в обычном исполнении во взрывоопасных помещениях;
5. неверный расчет систем;
6. отсутствие аварийной вытяжной вентиляции;
7. применение не огнестойких материалов;
8. некачественный монтаж;
9. некачественное обслуживание систем;
10. недостаточная герметичность систем.

Требования пожарной безопасности к оборудованию систем вентиляции и его расположению

В перечень вентиляционного оборудования входят:

1. вентиляторы;
2. пылеуловители;
3. фильтры;
4. заслонки;
5. клапаны;
6. воздухонагреватели.

Существуют общие принципы их расположения. Так, для помещений категорий пожароопасности А и Б следует использовать исключительно защищенные элементы системы. Нельзя устанавливать в одном месте системы для работы во взрывоопасной зоне и комнатах общего назначения.

Категорически запрещена установка оборудования на складах и в подвалах любого класса опасности. Исключения составляют воздушные и тепловые завесы. Данное правило обусловлено тем, что такие помещения не характеризуются постоянным присутствием людей, поэтому возгорание в них может быть незамечено вовремя. Также нельзя выводить в подвалы устройства сбора

и очистки взрывоопасных смесей, так как взрыв в подобном помещении может принести непоправимые повреждения зданию.

Меры обеспечения пожарной безопасности для систем вентиляции

Рассмотрим три основных этапа создания вентиляции и меры по обеспечению ее пожарной безопасности.

На стадии проектирования. Категорию взрывоопасности помещения определяет проектировщик по оборудованию. Задача того, кто создает проект системы вентиляции – учесть все требования к конкретным площадям и применить соответствующие устройства. Следует не забывать об установке резервных систем, обеспечении автоматического включения противопожарной вентиляции в случае ЧП и проверять на соответствие параметрам системы электрические приборы.

На стадии монтажа. Все работы должны производить специалисты. Они обязаны надежно смонтировать все элементы системы, а подключение электрических частей выполнить в соответствии с нормами ППБ для электропроводки и электроприборов и рекомендациями для конкретного класса помещений. Одной из важнейших задач является обеспечение герметичности соединений элементов системы (особенно если речь идет о системах для помещений классов А и Б) и их вхождения в перегородки и несущие стены.

На стадии эксплуатации. Правильное использование оборудования важнейший фактор для поддержания его безопасности. Стоит проводить плановые осмотры электрических и механических узлов, проверять прочность герметизации соединений. Агрегаты можно использовать только строго в соответствии с правилами эксплуатации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной выпускной квалифицированной работы являлся расчет и проектирование вентиляционной системы. В ходе работы был проведен анализ существующих вентиляционных систем и произведен выбор наиболее подходящей системы для ПК «Серышевский», оказалось, что наиболее подходящей вентиляционной системой является приточно-вытяжная, она полностью удовлетворяет требования СанПиНа так как отработанный теплый воздух удаляется из помещения при помощи вытяжной вентиляции, а свежая струя воздуха после бактерицизации и очистки подается в помещение при помощи приточной вентиляции, причем обмен воздуха происходит равномерно. После выбора вентиляционной системы для производственного помещения был рассчитан нужный воздухообмен, который является главным показателем для выбора оборудования. По аэродинамической характеристики были выбраны приточный и вытяжной вентиляторы. Далее была разработана функциональная схема и выбрано требуемое оборудование автоматизации. Следующим этапом была спроектирована схема управления. По габаритным размерам средств автоматизации был выбран размер щита управления, после чего была произведена его компоновка с примерным расположением элементов. Также была просчитана стоимость оборудования.

По итогам вышесказанного можно сказать, что работа выполнена и вентиляционная система готова к работе на предприятии.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виды вентиляции [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.ruskl.ru/ventilation/types/>.- 20.04.2018.
2. ГОСТ 21.404 – 85 введ. 1985-18-04. – Москва : «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов средств автоматизации в схемах. Изд-во стандартов, 2007.
3. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: Е.С. Бондарь [и др.]. – Калининград: «Аванпост-Прим», – 2005. – 67 с.
4. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электро-вычислительным машинам и организации работы.
5. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. Солодовников В.В. и др., Основы теории и элементы систем автоматического регулирования. Учебное пособие для вузов. – М.: Машиностроение.
7. Вентиляция и кондиционирование воздуха: В.Н.Богословский [и др.].– М.: Стройиздат, 2005. – 160 с.
8. ПЛК 100 контроллер программируемый логический [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.owen.ru>. – 25.05.2018.
9. Охрана труда в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru>. – 22.06.2018.
10. Свистунов, В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. 2-е изд. СПб.: Политехника, 2006 – 423 с.
11. Экологичность систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studopedia.su>. – 22.06.2018.
12. Пожарная безопасность систем вентиляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.complex-safety.com>. – 22.06.2018.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Техническое задание

#### **1.1 Введение**

Наименование системы: Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляцией производственного помещения

Плановые сроки начала и окончания по созданию системы:

Начало: 20 января 2018 г.

Окончание: 29 июня 2018 г.

Заказчик : ПК «Серышевский»

Исполнители: Тищенко С.В., Криворучко В.М.

#### **1.2 Основания для разработки**

Учебный план ФГБОУ ВО «АмГУ» направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

#### **1.3 Назначения и цели создания разработки**

Приточно-вытяжная вентиляционная система предназначена для создания без вредной и комфортной работы персонала трудящегося в производственном цехе, упаковочном цехе, цехе формирования погрузки и склада готовой продукции согласно нормам.

Так же система предназначена для отображения информации о регулируемых параметрах и состояния механизмов в реальном времени, а так же фиксации аварийных режимах и их предупреждения.

Целью создания разработки является, определения принципов регулирования каждого требуемого параметра, расчет регуляторов для поддержания регулируемых параметров, разработка программного обеспечения и SCADA системы.

Разработка аппарата определения и вывода причины аварии, для упрощения работы ремонтного персонала.

Обеспечение безопасной работы при управлении системой.

#### **1.4 Характеристика объекта автоматизации**

Объектом автоматизации является приточно-вытяжная вентиляция с



## Продолжение приложения А

рециркуляцией, состоящая из приточного и вытяжного вентилятора, которые создают избыточное давление в системе воздуховодов обеспечивая этим требуемы расход воздуха, при этом расход воздуха приточного и вытяжного вентилятора должен быть одинаковым. Для распределения необходимо количества воздуха в каждую из камер, в ответвления воздуховода установлены дросселя, приоткрытие которых в разном положении есть возможность регулировать необходимое количество подаваемого воздуха. В системе вентиляции установлена бактерицидная ультрафиолетовая лампа, кондиционерная установка в состав которой входит: теплообменник (испаритель); компрессор; теплообменник (конденсатор); вентилятор обдувающий конденсатор. В системе вентиляции так же установлен водяной калорифер, в состав которого входит: трехходовой запорно-регулирующий клапан; насос. Так же в системе приточного воздуховода установлен фильтр.

Регулируемыми параметрами являются давления созданное вентиляторами равно 800 Па, температура воздуха равная 8 градусам и влажность воздуха 50%.

### **1.5 Требования к системе**

#### **1.5.1 Требования к функциональным характеристикам**

Оборудование должно соответствовать требованиям для вентиляционной системы.

Система должна справляться с задачей регулирования требуемых параметров.

Компоненты системы должны быть легко заменяемы и иметь аналоги.

Система должна осуществлять контроль всех параметров и работы механизмов и предупреждать о выходе из строя.

#### **1.5.2 Требования к надежности**

Система должна сохранять стабильную работу при сбоях в электроснабжении.

## Продолжение приложения А

Программное обеспечение должно контролировать работу всех исполнительных механизмов, сохраняя долгую работоспособность.

Все элементы системы должны быть выбраны с запасом по мощности, а так же иметь большой срок эксплуатации.

Каналы измерения должны быть помехоустойчивы.

### 1.5.3 Условия эксплуатации

К ремонту и обслуживанию вентиляционных установок допускается персонал прошедший соответствующий инструктаж по технике безопасности.

Для работы с АСУ ТП должен быть персонал категории:

Оперативно-технический персонал – оператор АСУ ТП, имеющий техническое образование относящийся к системам управления. Оператор технологического процесса должен быть ознакомлен с инструкцией по эксплуатации, а так же обязан знать функциональную схему системы и причины, влияющие на технологические параметры.

Технический обслуживающий персонал, имеющий техническое образование относящийся к система управления и электроэнергетики, с группой допуска по электробезопасности не ниже 3.

### 1.5.4 Требования к эргономике и технической эстетике

АРМ должно отображать технологический процесс в целом, для удобного восприятия технологического процесса разработанный интерфейс должен соответствовать функциональной схеме.

Интерфейс АРМ должен отображать все измеряемые величины, а так же отображать работу всех механизмов в системе, так же иметь в рабочем пространстве органы управления и возможность изменять задания. Так же в рабочей области должен быть сигнализатор аварийного режима и располагаться в центральной части рабочего пространства которое концентрирует на себе внимания. Цвета в рабочей области должны быть светлые и не яркие для того что бы напрягать зрения оператора.

## Продолжение приложения А

Все элементы системы должны размещаться в удобных и легко доступных местах.

### 1.5.5 Безопасность системы

Все токоведущие элементы системы находящийся в открытом пространстве или элементы которые могут быть подвержены воздействию с токоведущими элементами должны быть заземлены. Помещение где работает оператор, должно соответствовать требованиям организации рабочего места, а так же пожарной безопасности.

## 1.6 Стадии и этапы разработки

Этапы работы:

1. Анализ существующих методов систем вентиляции;
2. Теоретическое обоснование выбора вентиляционной системы на данном предприятии;
3. Расчет вентиляционной системы;
4. Разработка функциональной схемы;
5. Выбор оборудования автоматизации;
6. Разработка принципиальной схемы.
7. Проектирование Шкафа Управления.
8. Расчет стоимости оборудования
9. Безопасность и Экологичность.

## 1.7 Порядок контроля и приемки системы

Порядок контроля осуществляется предоставлением отчета о проделанной работе руководителю выпускной квалификационной работы.

Прием разработанной автоматизированной системы управления осуществляется в виде защиты выпускной квалификационной работы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Технические характеристики ОВЕН ПЛК 100

#### Технические характеристики

Параметр	Значение
Конструктивное исполнение	Унифицированный корпус для крепления на DIN-рейку (ширина 35 мм), длина 105 мм (6U), шаг клемм 7,5 мм
Степень защиты корпуса	IP20
Напряжение питания: ПЛК100-24  ПЛК100-220	18... 29 В постоянного тока (номинальное напряжение 24 В)  90... 264 В переменного тока (номинальное напряжение 220 В) частотой 47... 63 Гц
Потребляемая мощность, не более ПЛК100-24 ПЛК100-220	6 Вт  10 Вт
Индикация передней панели	1 индикатор питания 8 индикаторов входов 12 индикаторов выходов

#### Ресурсы

Центральный процессор	32-х разрядный RISC-процессор 200 МГц на базе ядра ARM9
Объем оперативной памяти	8 Мбайт
Объем энергонезависимой памяти хранения ядра CoDeSys, программ и архивов	4 Мбайт**
Размер Retain-памяти	4 кбайт***
Время выполнения цикла ПЛК	Минимальное 250 мкс (нефиксированное), типовое от 1 мс

#### Дискретные входы

Количество дискретных входов	8
Гальваническая развязка дискретных входов	есть, групповая
Электрическая прочность изоляции дискретных входов	1,5кВ
Максимальная частота сигнала, подаваемого на дискретный вход	1 кГц при программной обработке 10 кГц при применении аппаратного счетчика и обработчика энкодера

Продолжение приложения Б

**Дискретные выходы**

Количество дискретных выходов в: ПЛК100-24.Р и ПЛК100-220.Р ПЛК100-24.К	6 э/м реле 6 сдвоенных транзисторных ключей (всего 12 выходных сиг- налов)
Гальваническая развязка дискретных выходов Электрическая прочность изоляции дискретных выходов	есть, индивидуальная 1,5кВ

**Интерфейсы связи**

Интерфейсы	Ethernet 100 Base-T RS-232 - 2 канала RS-485 USB 2.0 -Device
Скорость обмена по интерфейсам RS	от 4800 до 115200 bps
Протоколы	ОВЕН ModBus-RTU, ModBus-ASCII DCON ModBus-TCP GateWay (протокол CoDeSys)

**Программирование**

Среда программирования	CoDeSys 2.3.8.1 (и старше)
Интерфейс для программирования и от- ладки	RS-232 USB-Device Ethernet

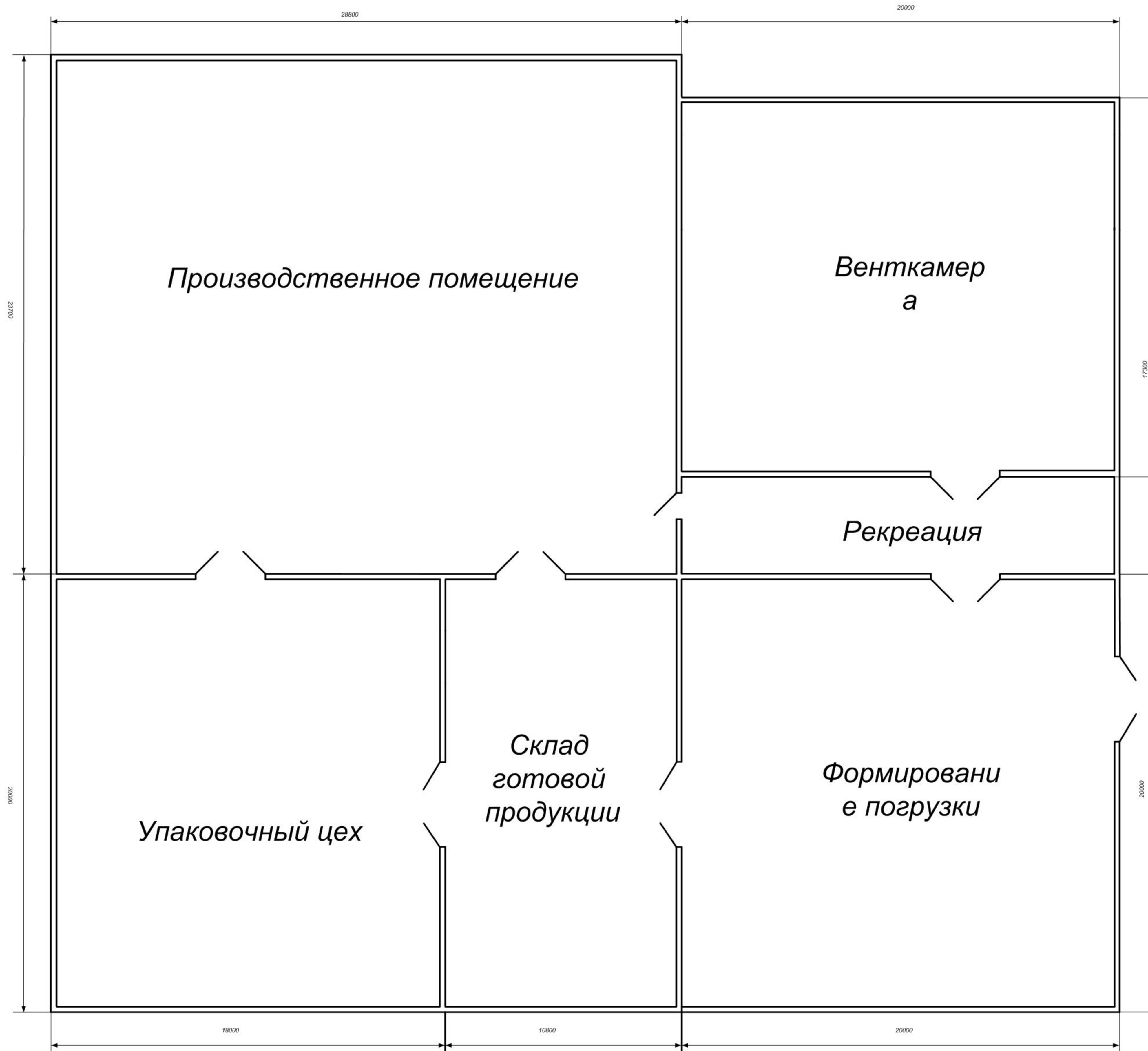












**Производственное  
помещение**

Площадь 683,2 м<sup>2</sup>  
Требуемый воздухообмен 12297 м<sup>3</sup>/ч

**Упаковочный цех**

Площадь 360 м<sup>2</sup>  
Требуемый воздухообмен 6480 м<sup>3</sup>/ч

**Склад готовой  
продукции**

Площадь 216 м<sup>2</sup>  
Требуемый воздухообмен 3888 м<sup>3</sup>/ч

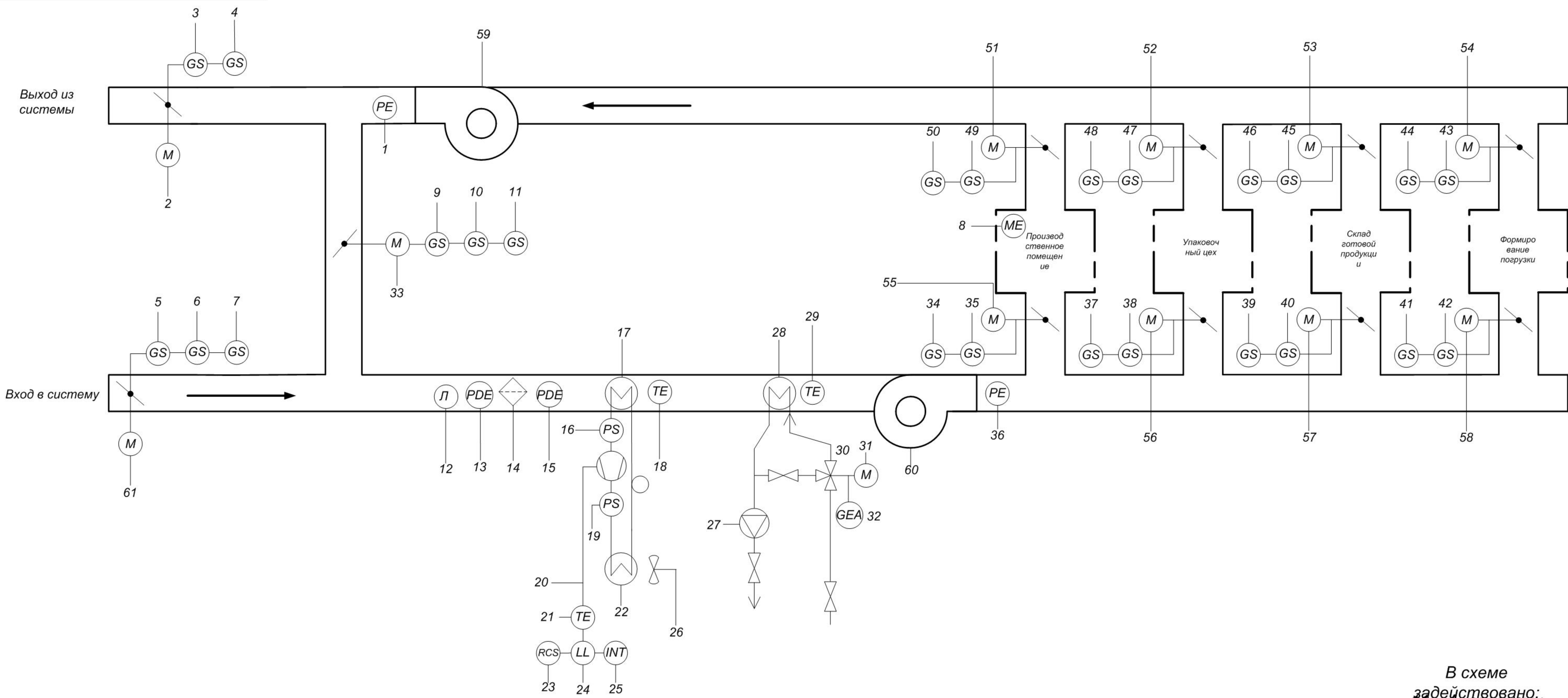
**Формирование  
погрузки**

Площадь 400 м<sup>2</sup>  
Требуемый воздухообмен 7200 м<sup>3</sup>/ч

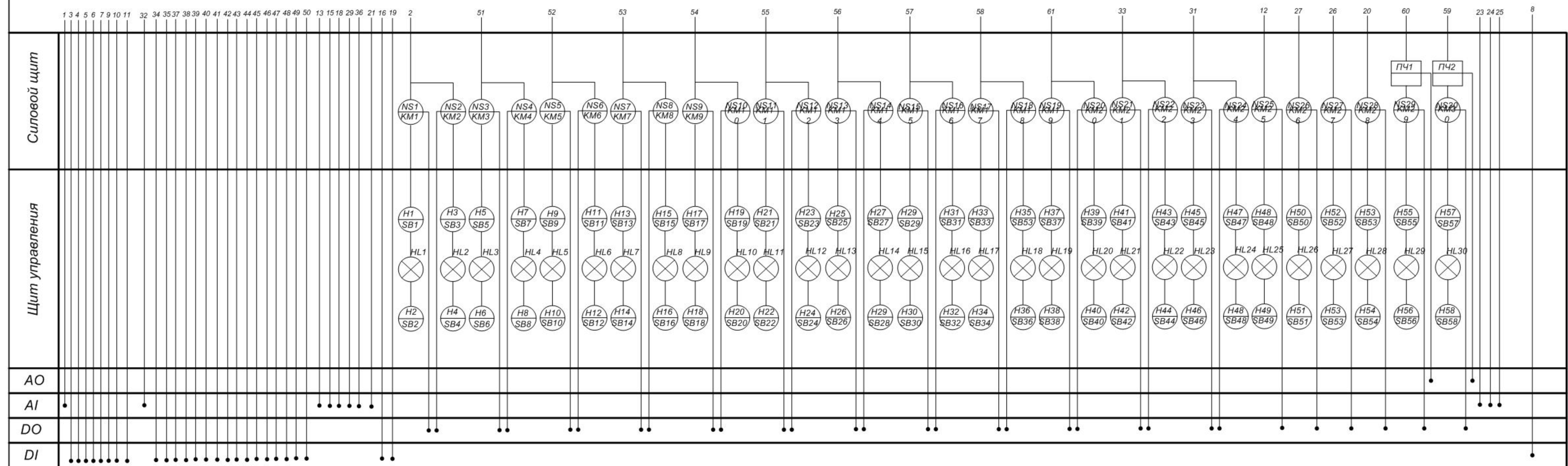
				ВКР.144007.150304.		
				Сх		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Литера	Масса
					у	
Разраб.		Крыжовнико В.М.				1:100
Провер.		Штыкин М.Д.				
Т.Контр.		Штыкин М.Д.			Лист 1	Листов 6
Рецензент					АМГУ	
Н.Контр.		Скрипко О.В.			Кафедра	
Утвержд.		Скрипко О.В.			АППиЭ	

План  
производственного цеха

Автоматизированная система управления  
приточно-вытяжной вентиляцией  
производственного помещения



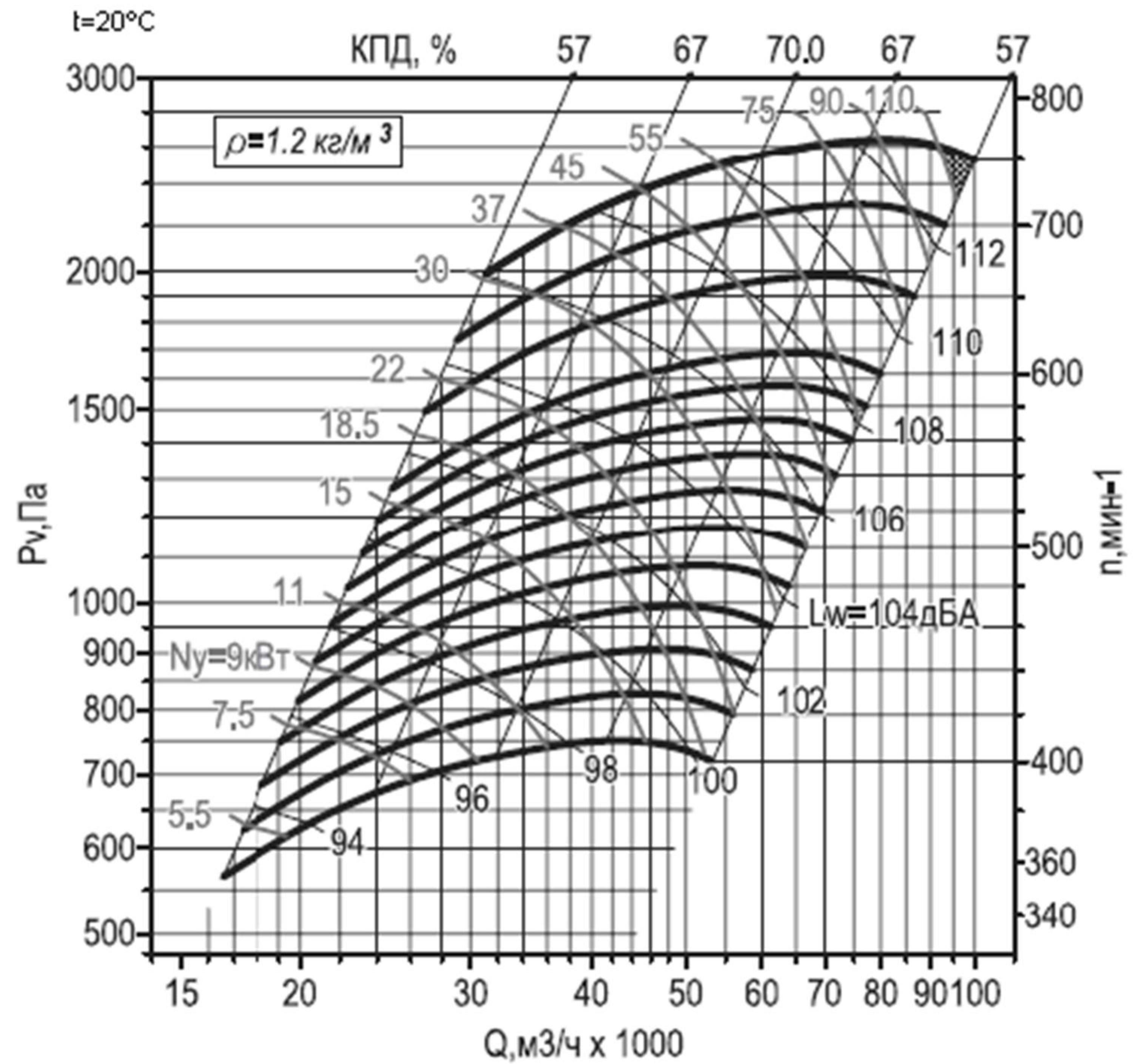
В схеме  
 задействовано:  
 11 – Аналоговых  
 входов;  
 30 – Дискретных  
 выходов;  
 27 – Дискретных  
 входов.



				ВКР.144007.150304 .Сх				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Функциональная схема	Листера	Масса	Масштаб
Разраб.	1	Коробов			приточно-вытяжной	у		1:1
Провер.		Шулькин			вентиляции			
Т.Контр.		Шулькин			Автоматизированная система	Лист 2	Листов 6	
Рецензент		М.Д.			управления приточно-вытяжной	АМ У		
Н.Контр.		Скрипко			вентиляцией производственного	Кафедра		
Утвержд.		С.В.			помещения	АППиЭ		

# Вентилятор ВР 280-46 №10

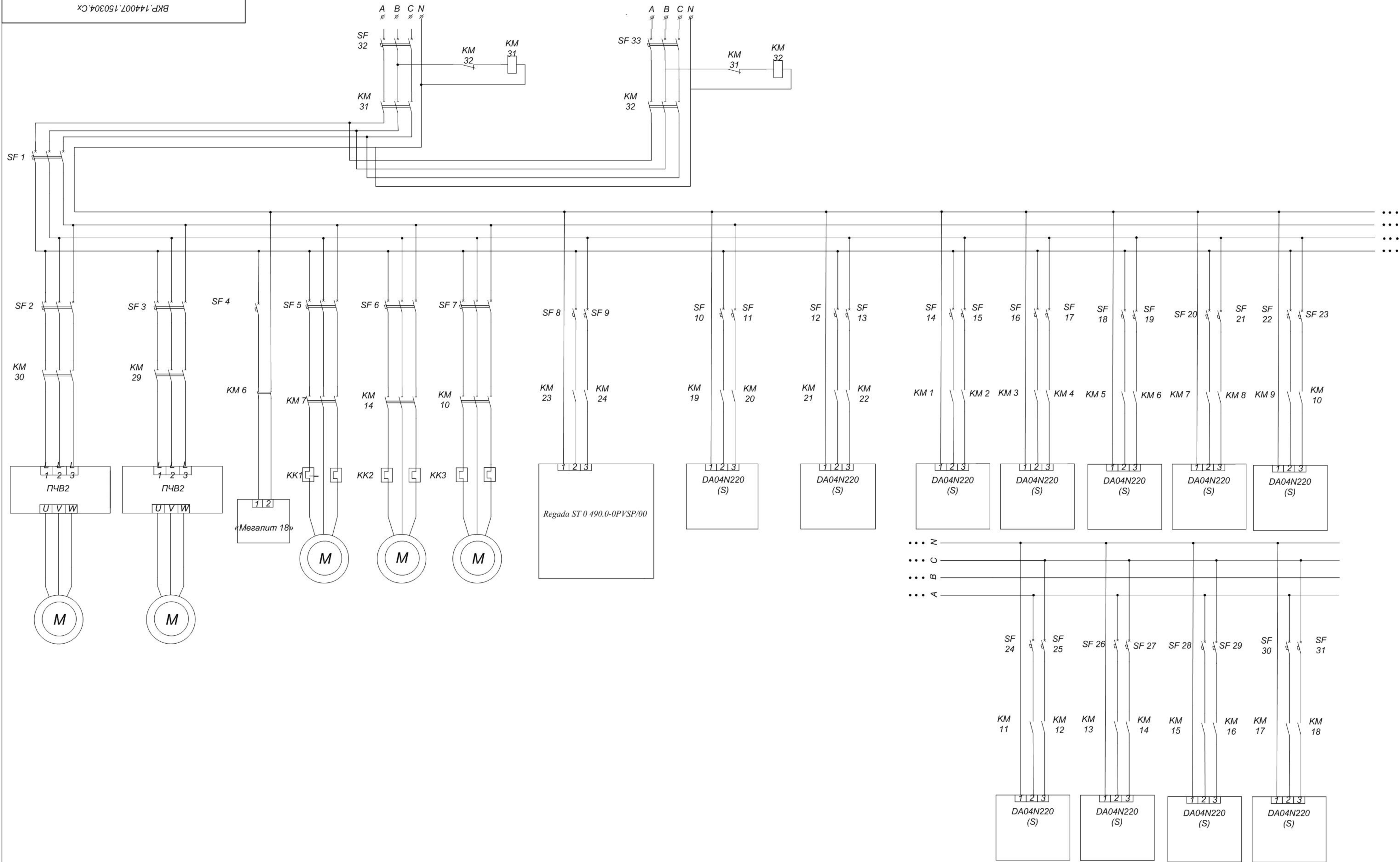
## Аэродинамическая характеристика вентилятора ВР 280-46 №10



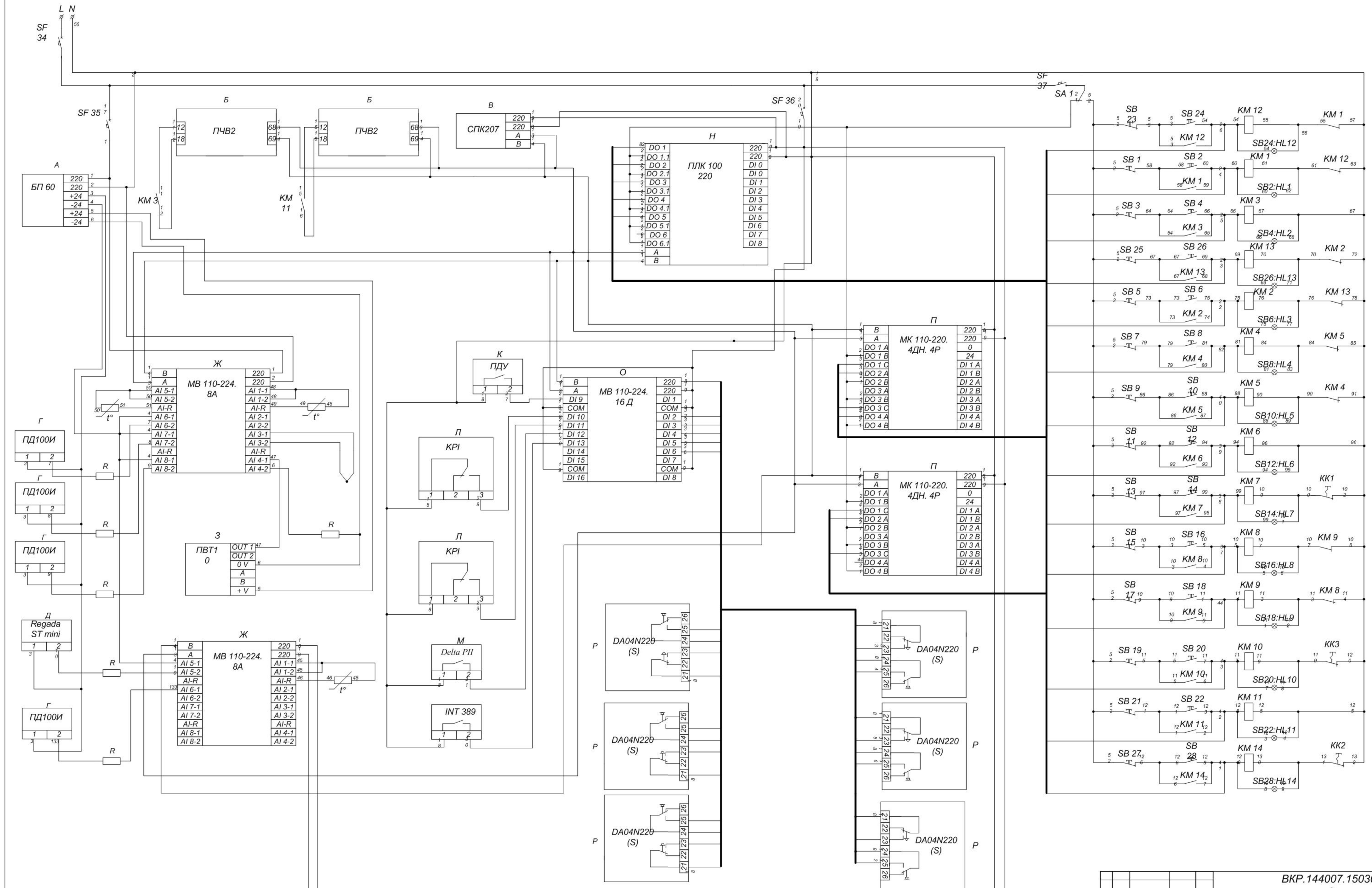
Технические характеристики вентилятора ВР 280-46 №10

Мощность электродвигателя (кВт)	Частота вращения (об./мин.)	Параметры в рабочей зоне	
		Производительность м³/час	Полное давление (Па)
5,5	410	16800-55100	620-810
7,5	460	19000-59000	800-1000
11	520	22000-70000	1000-1200
15	570	24000-75000	1200-1400

ВКР.144007.150304.				Сх		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Литера	Масса
Разраб.	1	Крыжовников В.М.			у	1:1
Провер.		Штыкин М.Д.				
Т.Контр.		Штыкин М.Д.			Лист 3	Листов 6
Рецензент					АМГУ	
Н.Контр.		Скрипко О.В.			Кафедра	
Утвержд.		Скрипко О.В.			АППиЭ	



				<b>ВКР.144007.150304.</b>				
				<b>Сх</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дат.	Силовая схема автоматизации приточно-вытяжной вентиляции	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.		Крыжовников В.М.				у		1:1
Провер.		Штыкин М.Д.				Лист 4	Листов 6	
Т.Контр.		Штыкин М.Д.				АМГУ		
Н.Контр.		Скрилко О.В.			Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляцией производственного помещения		Кафедра АППиЭ	
Утвержд.		Скрилко О.В.						

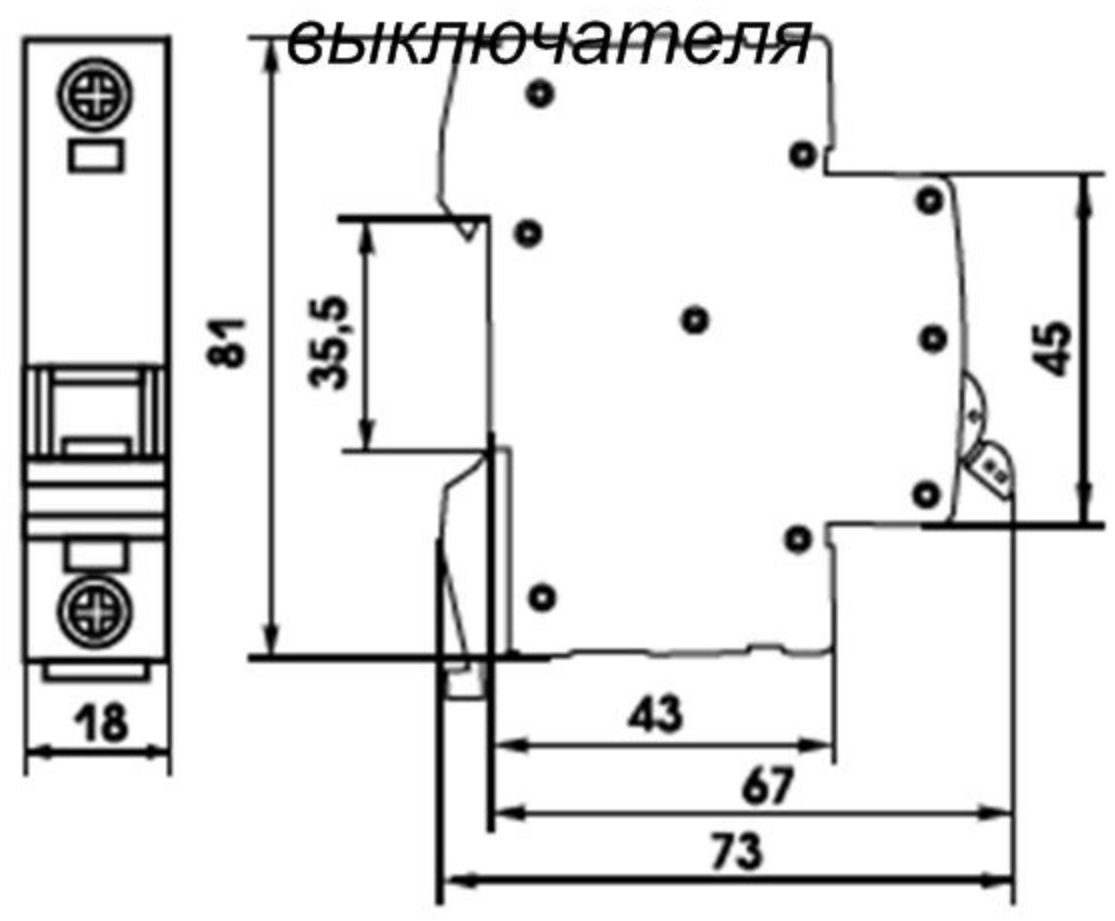


				БКР.144007.150304.		
				Сх		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Литера	Масса
					у	
Разраб.		Красовский В.М.				1:1
Провер.		Штыльман М.Д.				
Т.Контр.		Штыльман М.Д.				
				Лист 5	Листов 6	
				АМГУ		
				Кафедра		
				АППиЭ		

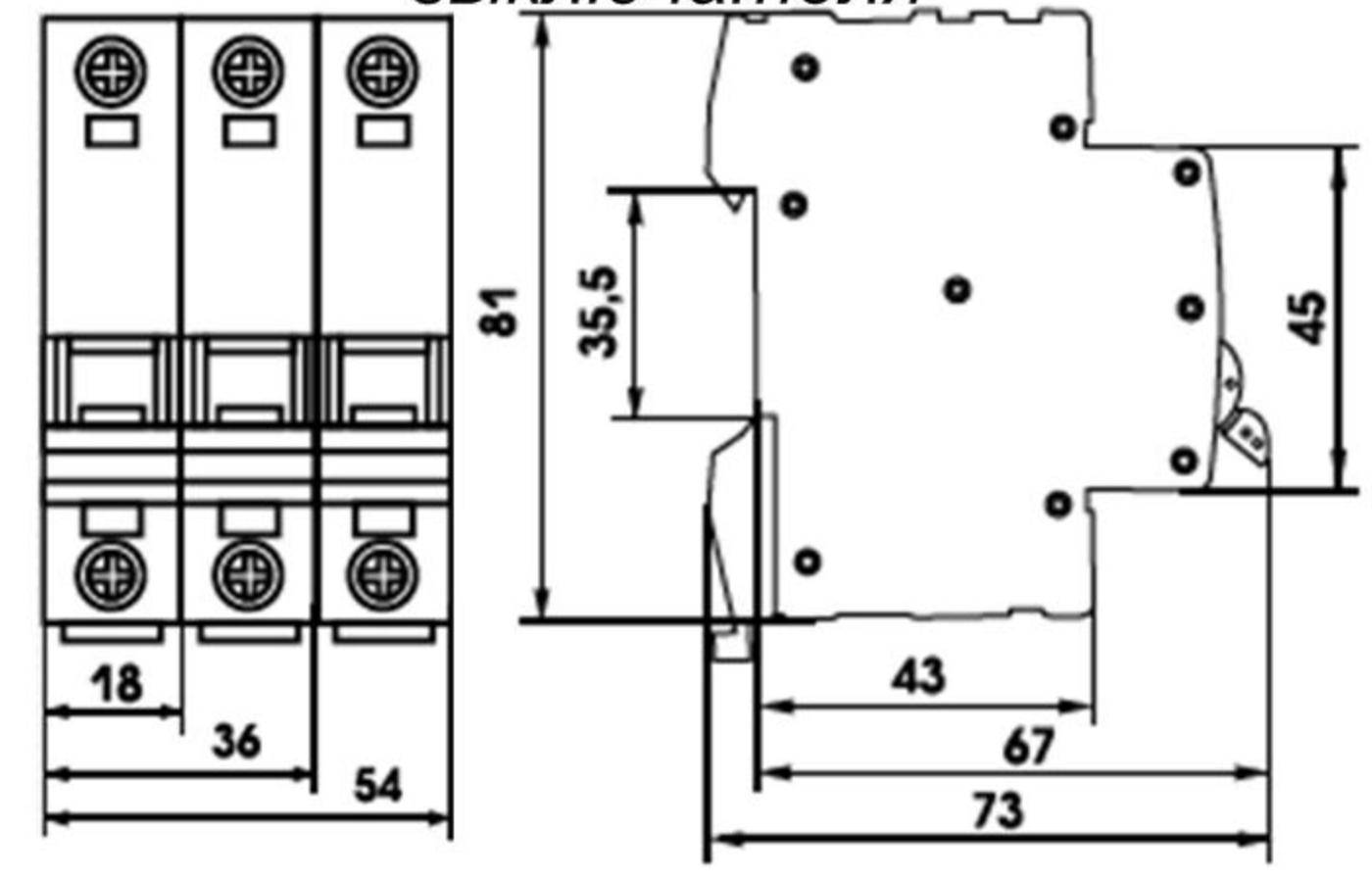
Схема управления автоматизации приточно-вытяжной вентиляции

Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляцией производственного помещения

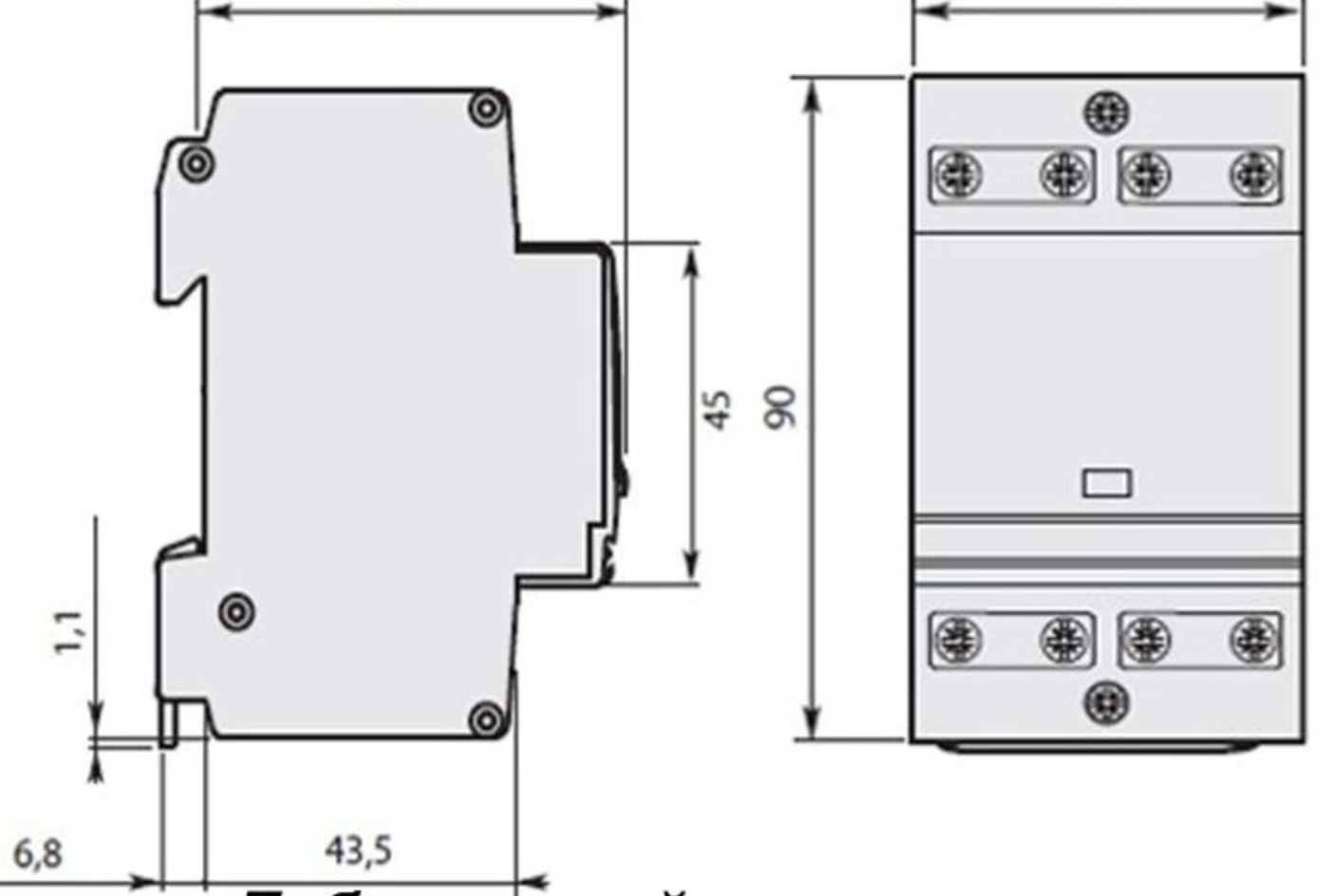
Габаритный размер однополюсного автоматического выключателя



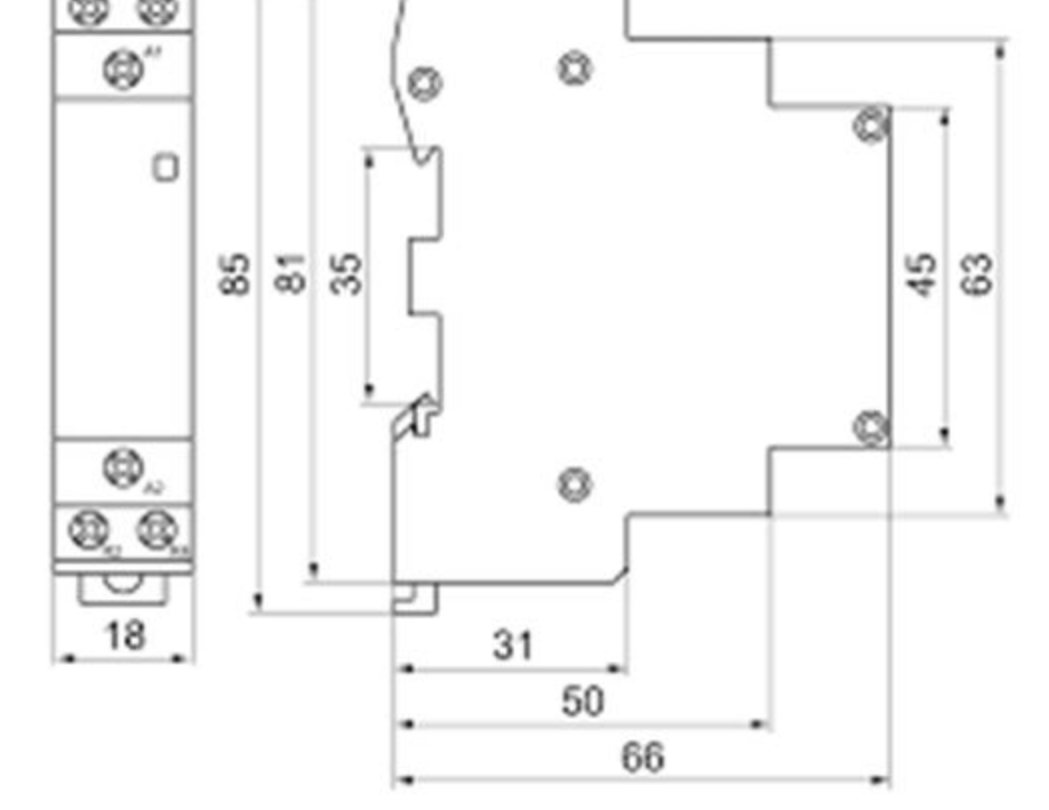
Габаритный размер трехполюсного автоматического выключателя



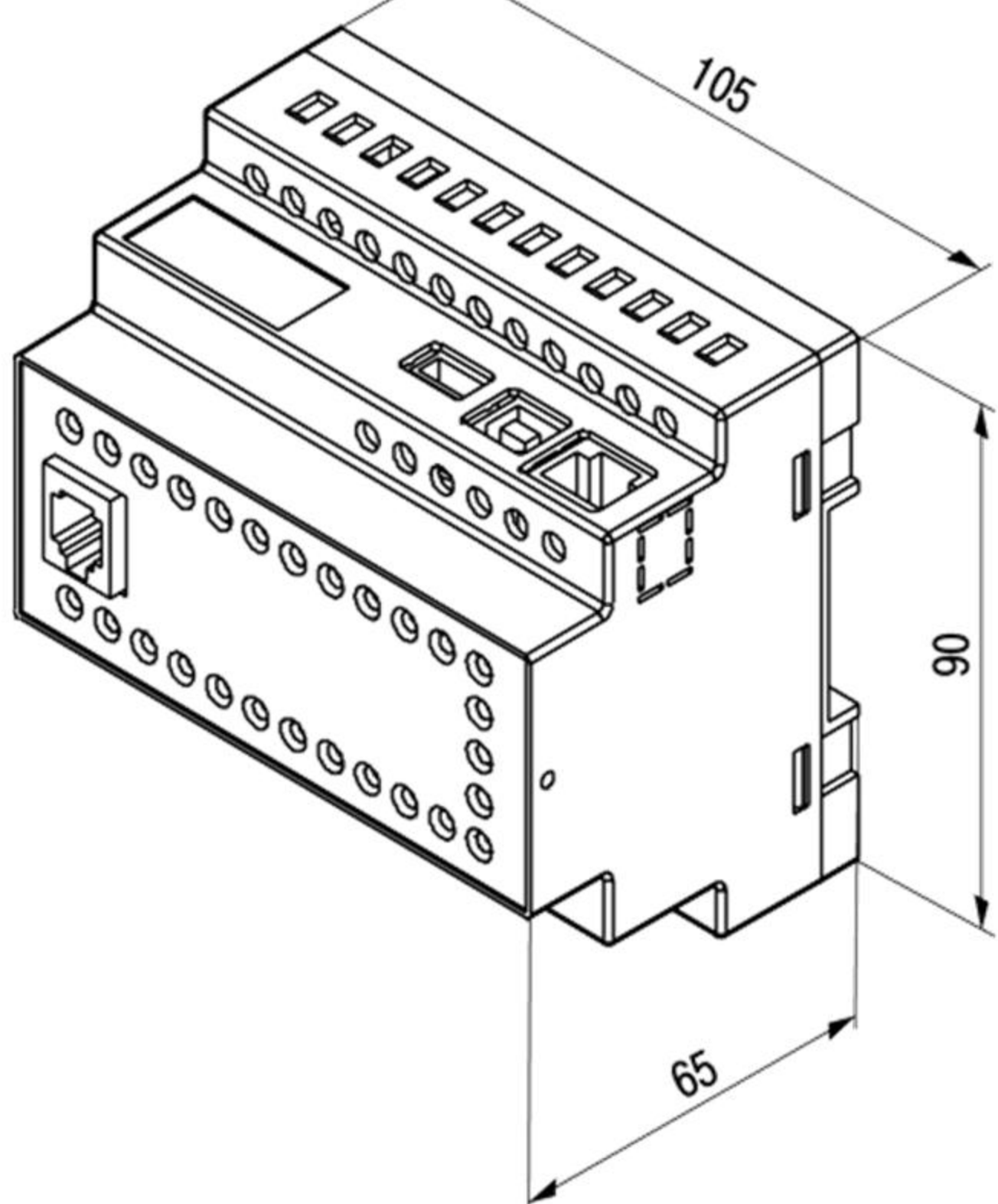
Габаритный размер трехполюсного электромагнитного пускателя автоматического выключателя



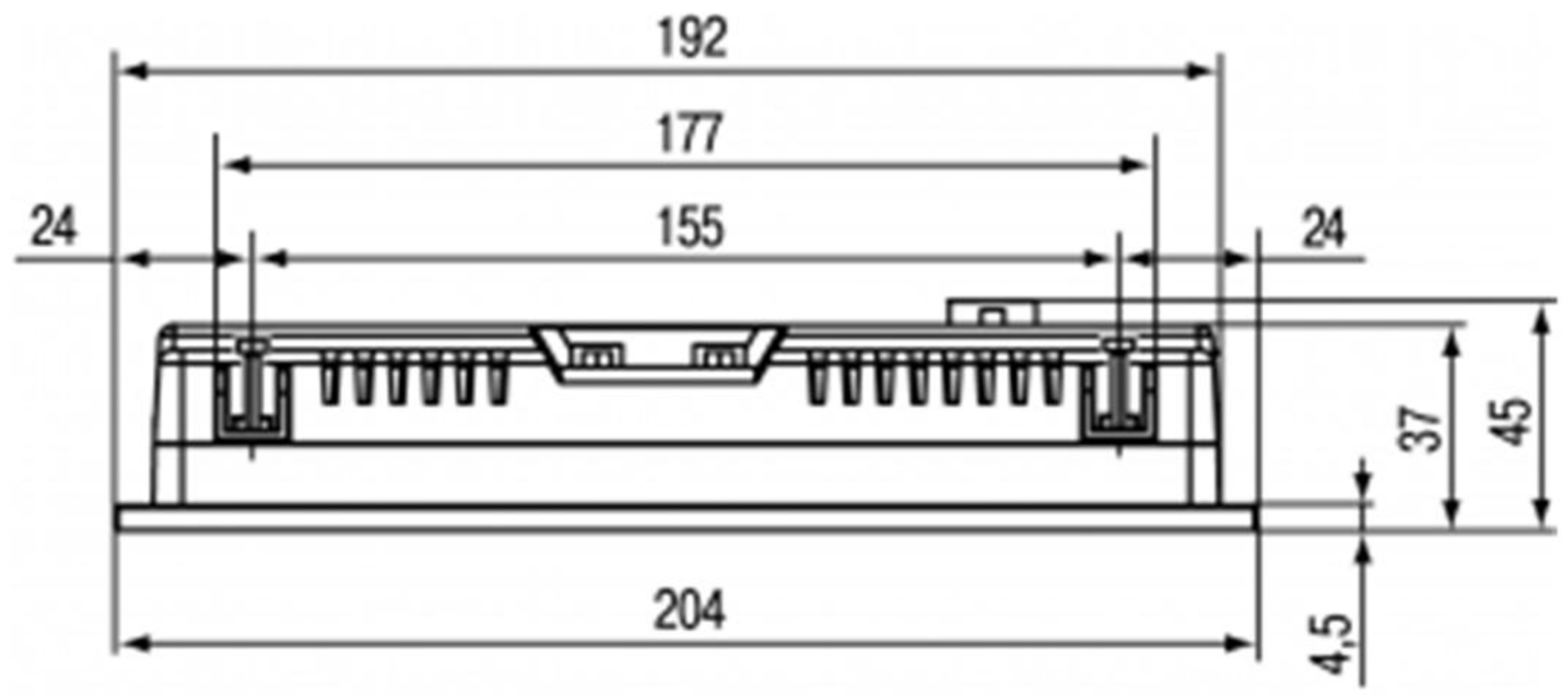
Габаритный размер однополюсного электромагнитного пускателя автоматического выключателя



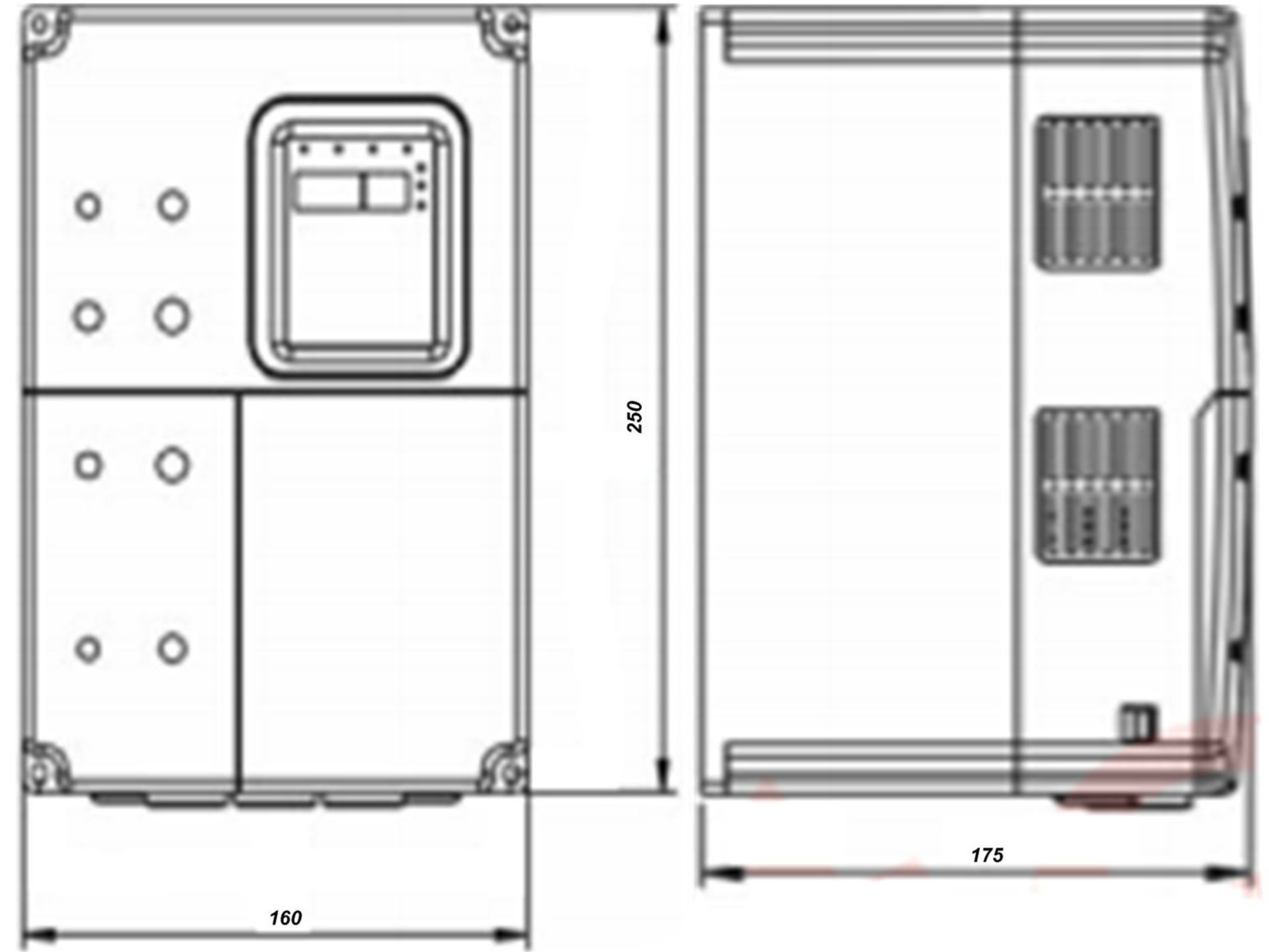
Габаритный размер программируемого логического контроллера ПЛК 100



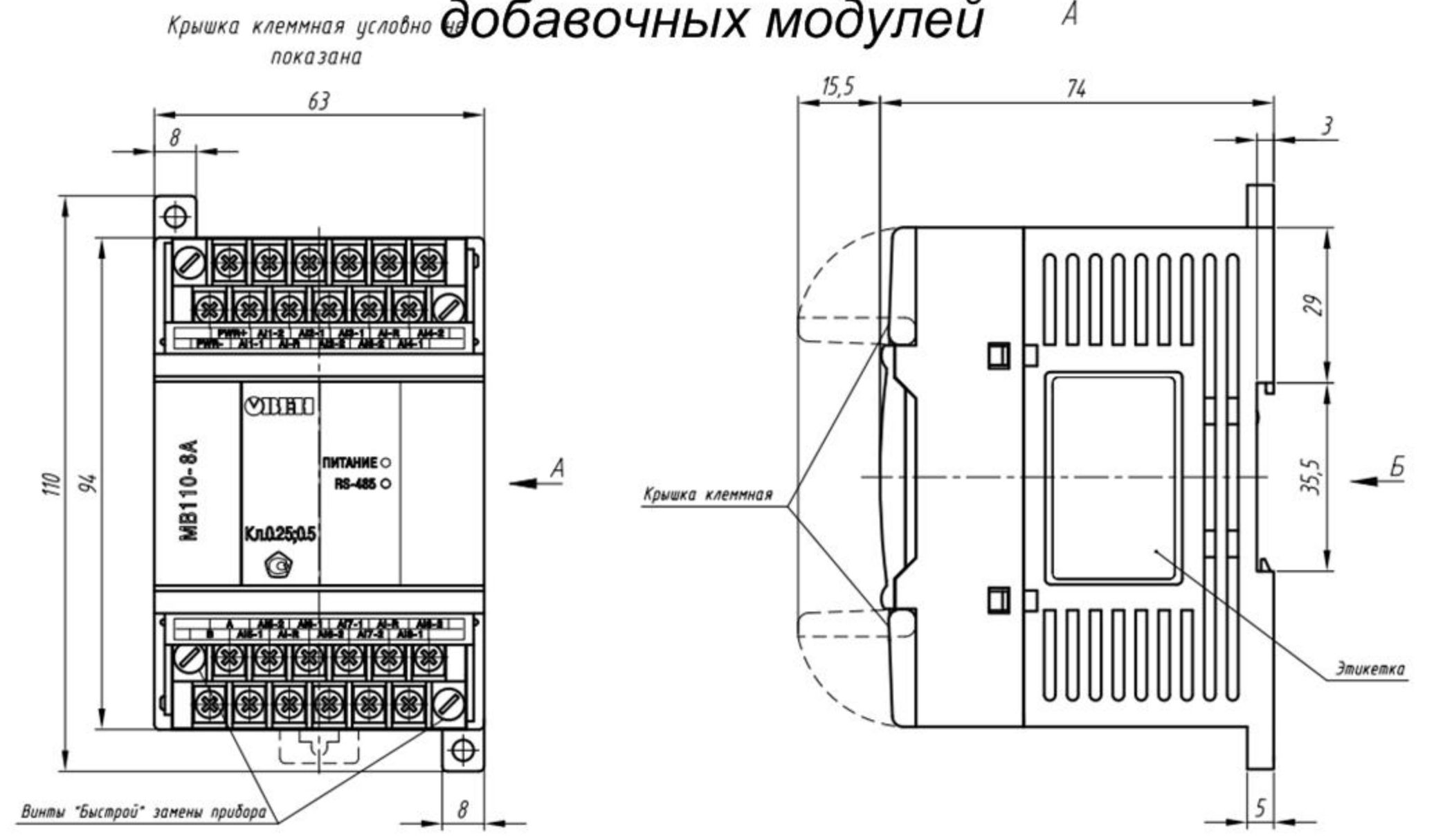
Габаритный размер Панельный программируемый логический контроллер ОВЕН СПК107



Габаритный размер преобразователя частоты



Габаритные размеры добавочных модулей



				ВКР.144007.150304.		
				Сх		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Литера	Масса
Разраб.	Крыжовникова	В.М.			у	
Провер.	Штыкин М.Д.					1:1
Т.Контр.	Штыкин М.Д.				Лист 6	Листов 6
Н.Контр.	Скрипко О.В.				АМГУ	
Утвержд.	Скрипко О.В.				Кафедра АППиЭ	
				Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляцией производственного помещения		