

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Приазовский государственный технический университет»  
Институт среднего профессионального образования

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИСПО  
ФГБОУ ВО «ПГТУ»

И.Ф. Литвиненко

09 2023



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

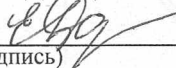
к курсовому проектированию

по Междисциплинарному курсу МДК 02.01 Теоретические основы  
организации работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации, средств  
измерений и мехатронных систем профессионального модуля  
1.02 Организация работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации,  
средств измерений и мехатронных систем  
для специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и  
производств (по отраслям)

ОДОБРЕНО  
Цикловой комиссией  
машиностроения и современных  
технологий  
Протокол № 1  
от «30» августа 2023 г.

Разработано на основе федерального  
государственного образовательного  
стандарта по специальности среднего  
профессионального образования  
15.02.07 Автоматизация  
технологических процессов и  
производств (по отраслям).  
Приказ Минобрнауки России от  
18.04.2014 г. № 349 (зарегистрировано  
Минюст РФ от 11.06.2014г. №32681)

Председатель ЦК

  
(подпись)

/Е.И.Даценко/  
(фамилия и инициалы)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

по учебно-методической работе



Т.С.Олейникова

« 30 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Разработчик:

1. Мартынова Татьяна Михайловна, преподаватель высшей категории ИСПО  
ФГБОУ ВО «ПРИАЗОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	5
2 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	6
3 СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	8
4 ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	9
5 МЕТОДИКИ РАСЧЕТОВ	11
6 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	17
7 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	28
ПРИЛОЖЕНИЯ:	
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В	
Приложение Г, Д, Е	
Приложение Ж	
Приложение К	
Приложение Л	
Приложение М	

## ВВЕДЕНИЕ

Целью курсового проекта по МДК 02.01 Теоретические основы организации работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации, средств измерений и мехатронных систем является приобретение навыков монтажа и наладки технических средств автоматики, отвечающих требованиям научно - технического прогресса.

Методические указания к курсовому проекту предназначены для оказания помощи обучающимся при выполнении данного курсового проекта, а их содержание нацеливает на обоснованное принятие самостоятельных решений, которые он должен защитить перед комиссией.

В процессе выполнения курсового проекта обучающийся должен использовать знания, полученные при изучении МДК 02.01 Организация работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации, средств измерений и мехатронных систем и смежных дисциплин, в обязательном порядке обращаясь к литературным источникам. Предварительно принимаемые решения обсуждаются с руководителем курсового проекта в порядке дискуссии. Окончательное решение по принципиальным вопросам должно быть согласовано с руководителем.

Степень самостоятельности выполнения курсового проекта учитывается при ее оценке на защите.

# 1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В процессе выполнения курсового проекта студент должен:

- знать методы и средства измерения различных технологических к теплотехнических параметров; устройство и работу приборов и средств автоматизации; правила монтажа и наладки приборов контроля и регулирования и других средств автоматизации;

- уметь аргументировать принятые решения и технически грамотно описывать принцип работы и устройство выбранных в проекте технических средств автоматики; последовательность выполнения монтажных и наладочных работ, выбранных технических средств, общие и специальные требования к их монтажу и наладке.

- пользоваться технической литературой, справочниками;

- использовать для поиска информации электронные интернет-ресурсы.

Задание студентам выдается после прочтения первой части по МДК 02.01 Теоретические основы организации работ по монтажу, ремонту и наладке систем автоматизации, средств измерений и мехатронных систем. На выполнение работы отводится 8-9 недель. Примерный график выполнения отдельных разделов курсового проекта указан в задании.

Законченный курсовой проект представляется к защите в виде пояснительной записки с графической частью. Курсовой проект должен быть защищен перед комиссией, назначенной и утвержденной ЦК машиностроения и современных технологий.

Защита заключается в докладе студента и ответов на вопросы (ориентировочное время доклада 8-10 минут).

Рекомендуемая схема доклада:

- тема курсового проекта;
- анализ технологического процесса и схемы автоматизации системы контроля и регулирования
- состав приборов и средств автоматизации, применяемых в системе контроля и регулирования;
- основные правила монтажа и наладки средств автоматизации, принятых к разработке в проекте;
- методика выполнения расчетов;
- вопросы охраны труда, ТБ и охраны окружающей среды при выполнении монтажно-наладочных работ в условиях действующих производств;

По ходу доклада необходимо обращаться к чертежам, иллюстрируя выступление.

При выполнении проекта студент должен придерживаться рекомендаций руководящих материалов и требований действующих стандартов.

## 2 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка должна быть написана на белой нелинованной бумаге формата А4 (210x297) черными чернилами (пастой) с текстом только на одной стороне. Каждый лист записки должен иметь поля следующих размеров: левое – 20 мм, нижнее, верхнее и правое поля по 5 мм, очерченные рамкой со штампом внизу в соответствии с ЕСКД.

При выполнении пояснительной записки на компьютере следует придерживаться следующих правил:

- использовать шрифт Times New Roman прямой строгий размер 14 с междустрочным интервалом 1,5;
- изменение шрифта допускается только в таблицах;
- на странице должно быть не более 29 строк сплошного текста;
- выравнивание текста может производиться как по левому краю, так и по левому и правому краю одновременно;
- не допускается никаких маркеров кроме «-»;
- переносы слов не желательны.

Пояснительная записка прошивается скоросшивателем в папку.

Титульный лист считается первой страницей и не номеруется, образец титульного листа приведен в Приложении А.

За титульным листом располагают содержание пояснительной записки, который является вторым листом пояснительной записки.

Содержание выносится на отдельную страницу, где указывают заголовки разделов, подразделов и номера страниц, на которых они начинаются; внизу располагается штамп, соответствующий первому листу текстовых документов. Образец заполнения листа «Содержание» приведен в Приложении Б.

Все остальные страницы пояснительной записки, включая те, которые содержат только рисунки и таблицы, номеруются арабскими цифрами в соответствующей графе, начиная с третьей страницы. Последним листом пояснительной записки является лист, содержащий список использованных источников. Далее вшивается задание на курсовой проект.

Разделы (главы) номеруются в пределах всей записки в соответствии с заданием. Титульный лист не номеруется. Введение, Заключение, Список использованных источников, а также каждый раздел начинается с нового листа. Подразделы (параграфы) номеруются в пределах раздела. Подразделы номеруются в следующем порядке: номер раздела, точка, номер подраздела. За номером непосредственно следует текст. После названия раздела (подраздела) точку не ставят. Заголовки разделов и подразделов оформляются в соответствии с Приложением В.

Иллюстрации представляются в виде диаграмм, схем, рисунков и графиков. Все иллюстрации именуется рисунками. Номер рисунка должен состоять из порядкового номера рисунка, и помещается под рисунком; за номером рисунка после тире пишется название рисунка с прописной буквы. Если к рисунку имеются пояснения, то они располагаются сразу под рисунком, а под ними помещается номер и название рисунка.

Таблица должна иметь номер и заголовок (название). На рисунки и таблицы в тексте должны быть ссылки. Если таблица переходит на следующую страницу, то над ней справа помещается надпись Продолжение таблицы и ее номер и в обязательном порядке повторяются наименования граф таблицы. Рисунки и таблицы оформляются в соответствии с Приложением Г.

Формулы записываются в строке, отдельной от текста. Номер формулы включает номер раздела и порядковый номер формулы, разделенные точкой, или только номер формулы. Номер формулы заключают в скобки и помещают справа на нижней строчке формулы, к которой он относится; расшифровка элементов формулы располагается в одну строку со словом «где» (двоеточие после «где» не ставят, например, где  $I$  - ток питания,  $A$ ;  $R$  - сопротивление резисторов, Ом). Формулы и расчеты оформляются в соответствии с Приложением Д.

Сведения об использованных источниках (учебники, справочники, сайты и т.п.) должны включать: фамилию и инициалы авторов, заглавие, место издания, издательство, год издания и число страниц, адрес сайта (например: Андреев А.В. Автоматические приборы. - М.: Энергия, 1995. - 270с). Образец заполнения данного листа приведен в Приложении Е.

При ссылках на литературные источники в тексте необходимо приводить порядковый номер из списка используемых источников, заключая его в квадратные скобки (например: как следует из работы [8]...).

На листах пояснительной записки в штампе вписывается индивидуальный шифр студента в соответствии со стандартом колледжа, который имеет следующую структуру КП.150207.2020.00\_ПЗ:

- КП – курсовой проект;
- 150207 – шифр специальности;
- 2020 – год поступления?
- 00 и цифра номера по учебному журналу;
- ПЗ – пояснительная записка.

В графе Лист проставляется арабскими цифрами порядковый номер листа. Более никакие графы не заполняются.

В пояснительной записке рассматриваются вопросы следующего содержания:

## ВВЕДЕНИЕ

### 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Краткий анализ технологического процесса и агрегата

1.2 Анализ системы автоматизации, состав приборов и средств автоматизации системы контроля и регулирования

### 2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Устройство и работа приборов и средств автоматизации системы контроля и регулирования

2.2 Монтаж, наладка и ремонт выбранных средств автоматизации

2.3 Монтаж электрических и трубных проводок

### 3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчет пропускной способности и выбор условного прохода регулирующего органа

3.2 Расчет компенсации температурных изменений длины трубных проводок

4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА, ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Объем пояснительной записки - 22 - 28 листов

## 3 СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическую часть рекомендуется выполнять на 2-х листах формата А2 или А3 .

Примерный состав графической части:

- общий вид щита (панели щита), пульта; шкафа или стенда датчиков; сборочный чертеж по установке и обвязке средств автоматизации;
- схема электрическая соединений щита (панели щита), подключений, схема внешних соединений электрических и трубных проводок или схема электрическая питания приборов и средств автоматизации узла контроля и регулирования.

Графическая часть выполняется карандашом или с использованием ПК строго в соответствии с требованиями ЕСКД и Правилами выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов.

Спецификация к общему виду щита (панели щита), пульта, шкафа или стенда датчиков выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД, подшивается к пояснительной записке, после листа «Литература». В спецификацию последующими листами входит таблица «Надписи на табло и в рамках».

Каждому графическому документу присваивается следующий шифр:



- спецификации: КП.150207.2020.00\_ 300;
- чертежу общего вида щита, пульта, шкафа, стенда датчиков:  
КП.150207.2020.00\_ 300 ВО;
- чертежу схемы электрической соединений шкафа, щита, пульта:  
КП.150207.2020.00\_ 300 Э4;
- чертежу схемы электрической подключений шкафа, щита, пульта, стенда датчиков КП.150207.2020.00\_ 300 Э5;
- чертежу схемы соединений электрических и трубных проводов  
КП.150207.2020.00\_ 400 Э4;
- чертежу схемы электрической принципиальной питания:  
КП.150207.2020.00\_ 400 Э3.

Пояснение по структуре шифра см. раздел 2.

## 4 ПОЯСНЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 4.1 Введение.

Во введении мотивированно формулируется актуальность решаемых в курсовом проекте задач, их этапы, методы решения и направленность. Обязательно пояснить, как качество выполнения монтажных и наладочных работ влияет на надежность работы автоматизированных систем, описать современные технологии монтажных работ, привести содержание и последовательность выполнения монтажных и пусконаладочных работ. Примерный объем 1-2 листа.

### 4.2 Общая часть.

Общая часть курсового проекта включает в себя вопросы, связанные с описанием технологического процесса и схемы его автоматизации, а также состав приборов и средств автоматизации, используемых в узле контроля, регулирования или сигнализации в соответствии с темой курсового проекта.

При анализе технологического процесса необходимо в логической последовательности описать его этапы, описать агрегат, привести технические характеристики. Для этого можно воспользоваться Технологической инструкцией агрегата или технологического процесса того предприятия, с которым связана тема курсового проекта.

При анализе схемы автоматизации функциональной необходимо кратко описать системы контроля и регулирования наиболее важных для данного технологического процесса параметров, и более подробно описать систему, соответствующую теме курсового проекта. Схема автоматизации (функциональная) этой системы в обязательном порядке должна быть приведена в виде рисунка в данном подразделе пояснительной записке.

Состав приборов и средств автоматизации можно выполнить как в

описательной, так и в табличной форме. При этом необходимо приводить название прибора, его тип, технические параметры. Устаревшие модификации приборов следует заменять более современными.

Необходимую информацию получают из паспортов на приборы, Руководств и инструкций по эксплуатации и монтажу приборов и средств автоматизации.

Примерный объем 4-5 листов.

#### 4.3 Специальная часть.

Специальная часть включает в себя описание устройства и работы приборов и средств автоматизации заданного узла контроля и регулирования, разработку порядка их монтажа и наладки, их установку на щитах, пультах, в шкафах, на установочных конструкциях, монтажа электрических и трубных проводок, со всеми необходимыми пояснениями, схемами и иллюстрациями.

В описании устройства и работы приборов и средств автоматизации необходимо кратко пояснить принцип действия всех приборов и средств автоматизации, входящих в узел контроля, регулирования или сигнализации. Если количество приборов большое, то делается описание работы приборов указанных руководителем проекта.

При описании монтажа приборов и средств автоматизации необходимо прежде всего привести условия их эксплуатации, далее описать в технологической последовательности операции по монтажу и обязательно сделать ссылку на чертеж общего вида щита, пульта или стенда датчиков, выполненный в графической части.

При описании наладки сложных цифровых устройств не следует слишком подробно описывать все операции, достаточно перечислить эти операции, сделав небольшие пояснения к ним. Следует избегать в описании таких выражений «...закройте оба вентиля», надо использовать выражения типа «...закрывают оба вентиля» или «...необходимо закрыть оба вентиля»

При описании монтажа электрических и трубных проводок кроме общих сведений необходимо приводить конкретные сведения по монтажу проводок к приборам и средствам автоматизации, монтаж и наладка которых разрабатывается в проекте. Обязательно сделать ссылку и дать описание схемы соединений, внешних соединений или схемы питания, выполненной в графической части.

Примерный объем 9 -12 листов.

#### 4.4 Расчетная часть

Расчетная часть включает в себя расчет пропускной способности и условного прохода регулирующего органа исполнительного устройства в соответствии с методикой, приведенной в разделе 6 данных указаний и в соответствии с расчетами, выполняемыми для разных сред в Практической работе №10 «Расчет и выбор пропускной способности, выбор условного прохода регулирующего

органа».

Расчет температурной компенсации труб выполняется в соответствии с методикой, изложенной в Практической работе № 5 «Компенсация температурных изменений длины трубных проводок».

Исходные данные для расчетов принимаются в соответствии с техпроцессом или задаются руководителем курсового проекта. Справочные данные, необходимые для расчетов, приводятся в приложении 4.

Примерный объем 3-4 листа.

#### 4.5 Мероприятия по охране труда, технике безопасности, пожарной безопасности и охране окружающей среды

Данные мероприятия рассматриваются применительно к технологическому процессу, в условиях которого производится монтаж и наладка приборов и средств автоматизации. Следует описать опасные и вредные факторы связанные с данным техпроцессом или агрегатом, описать какие меры принимаются для ограничения воздействия этих факторов, описать правила техники безопасности, правила электробезопасности при монтаже и наладке приборов и средств автоматизации. Описать, какое влияние данный технологический процесс оказывает на окружающую среду и какие меры принимаются по защите окружающей среды на данном производстве. Необходимую информацию можно получить из Инструкций по охране труда и технике безопасности предприятия, цеха, подразделения.

Примерный объем 3-4 листа.

Заключение. Приводятся выводы по проделанной работе. Примерный объем 1-2 листа

## 5 МЕТОДИКИ РАСЧЕТОВ

### 5.1 Методика расчета пропускной способности и выбор условного прохода регулирующего органа

Исходные данные для расчета:

- регулируемая среда (ее характеристики и параметры);
- максимальный объемный  $Q_{\text{макс}}$  (массовый  $G_{\text{макс}}$ ) расход среды;
- минимальный объемный  $Q_{\text{мин}}$  (массовый  $G_{\text{мин}}$ ) расход среды;
- характеристика сети;
- располагаемый напор в сети  $\Delta P_{\text{сети}}$ ;
- желательная форма расходной характеристики.

Порядок расчета.

По виду среды и ее параметрам определяют необходимые данные для

расчета плотности  $\rho$ , кинематической вязкости  $\nu$  или динамической вязкости  $\mu$ , показателя адиабаты  $\chi$ .

Определяют потерю давления в линии при расчетном максимальном расходе

$$\Delta P_{\text{л}} = \Delta P_{\text{пр}} + \Delta P_{\text{м}}, \quad (5.1)$$

где  $\Delta P_{\text{пр}}$  – потеря давления на прямых участках трубопровода при максимальном расходе;

$\Delta P_{\text{м}}$  – потеря давления в местных сопротивлениях при максимальном расходе.

Определяют потерю давления в РО при максимальном расчетном расходе по уравнению

$$\Delta P_{\text{мин}} = \Delta P_{\text{л}} - \Delta P_{\text{сети}}, \quad (5.2)$$

где  $\Delta P_{\text{л}}$  – общий перепад давлений в сети, Па;

$\Delta P_{\text{сети}}$  – потеря давления в линии, Па

По уравнениям 7.1 – 7.8 определяют необходимое значение пропускной способности  $K_{V\text{макс}}$  в зависимости от  $Q_{\text{макс}}$  ( $G_{\text{макс}}$ ) и  $\Delta P_{\text{мин}}$ .

Уравнения для потока жидкости:

$$K_{V\text{макс}} = \frac{Q_{\text{макс}} \sqrt{\rho}}{\sqrt{\Delta P_{\text{мин}} \cdot 10^{-5}}} \quad (5.3)$$

или

$$K_{V\text{макс}} = \frac{G_{\text{макс}}}{\sqrt{\rho \Delta P_{\text{мин}} \cdot 10^{-5}}} \quad (5.4)$$

Уравнения для потока газа.

Для докритического режима течения газа (скорость меньше критической), когда  $\Delta P_{\text{мин}} < \Delta P_{\text{кр}}$ , максимальная расчетная пропускная способность

$$K_{V\text{макс}} = \frac{Q_{\text{макс}}}{535} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{\text{газ}} T_1 K'}{\Delta P_{\text{мин}} P_2}} \quad (5.5)$$

или

$$K_{V\text{макс}} = \frac{G_{\text{макс}}}{535} \cdot \sqrt{\frac{T_1 K'}{\rho_{\text{газ}} \Delta P_{\text{мин}} P_2}} \quad (5.6)$$

где  $Q_{\text{макс}}$  – максимальный объемный расход газа, м<sup>3</sup>/ч, приведенный к условиям:  $P = 10^5$  кПа и  $T = 273$  К;

$\rho_{\text{газ}}$  – плотность газа, кг/м<sup>3</sup>, приведенная к условиям:  $P = 10^5$  кПа и  $T = 273$  К;

$T_1$  – температура газа перед РО, К;

$K'$  – коэффициент сжимаемости, учитывающий отклонение данного газа от законов идеального газа;

$P_2$  – абсолютное давление среды после РО, МПа;

$\Delta P_{\text{кр}}$  – критический перепад давления, принимаемый равным  $P_1/2$ , если

для рассматриваемого РО неизвестна более точная зависимость для определения этого значения;

$P_1$  – абсолютное давление среды перед РО, МПа.

Коэффициент сжимаемости газа равен отношению плотности газа  $\rho_{ид}$ , подсчитанной по законам идеального газа, при давлении  $P_1$  перед клапаном и температуре  $T_1$  к действительной плотности  $\rho_1$  газа при данных значениях  $P_1$  и  $T_1$ :

$$K^1 = \rho_{ид}/\rho_1.$$

Под критической понимается максимальная скорость течения газа, равная местной скорости звука, которая может быть достигнута в РО при критических отношениях давлений до и после РО. Критическое отношение давлений

$$\beta_{кр} = \frac{P_{кр}}{P_1} \left( \frac{1}{1+\chi} \right)^{\frac{\chi}{1+\chi}}$$

где  $P_{кр}$  – давление среды после РО, соответствующее началу критического течения;

$\chi$  – показатель адиабаты.

Для критического режима течения газа, когда  $\Delta P_{мин} \geq \Delta P_{кр}$  максимальная расчетная пропускная способность

$$K_{Vмакс} = \frac{Q_{макс}}{2680P_1} \cdot \sqrt{\rho_{газ} T_1 K'} \quad (65.7)$$

или

$$K_{Vмакс} = \frac{G_{макс}}{2680P_1} \cdot \sqrt{\frac{T_1 K'}{\rho_{газ}}} \quad (5.8)$$

Уравнение для потока водяного пара

Для докритического режима течения пара  $\Delta P_{мин} < P_1/2$

$$K_{Vмакс} = 10 \frac{G_{макс}}{\sqrt{\rho_{пар2} \Delta P_{мин}}} \quad (5.9)$$

где  $G_{макс}$  – максимальный массовый расход пара, кг/ч;

$\rho_{пар2}$  – плотность пара при температуре  $T_2$  и давлении  $P_2$ ;

$T_2$  – температура пара после РО, °С;

$P_2$  – давление пара после РО, МПа.

Для критического режима течения пара ( $\Delta P_{мин} \geq P_1/2$ )

$$K_{Vмакс} = \frac{G_{макс}}{74\sqrt{\rho_{пар1} P_1}} \quad (5.10)$$

где  $\rho_{пар1}$  – плотность пара при температуре  $T_1$  и давлении  $P_1$ ;

$T_1$  – температура пара перед РО, °С;

$P_1$  – давление пара перед РО, МПа.

Из перечня типоразмеров дроссельных РО (табл. 6.11) или по данным других справочников и каталогов выбирают РО с условной пропускной способностью  $K_{Vy}$ , большей расчетного значения  $K_{Vмакс}$  на 20 %,

$$K_{Vy} \geq 1,2 K_{V\max}$$

Проверка влияния вязкости жидкости на пропускную способность РО производится после его выбора, так как увеличение вязкости протекающей через РО среды выше некоторого предела вызывает уменьшение пропускной способности. Поправочный коэффициент на влияние вязкости зависит от вида РО и числа Рейнольдса протекающего потока.

Число Рейнольдса, отнесенное к условному проходу предварительно выбранного РО, определяют по формуле

$$Re_y = \frac{3540Q_{\max}}{vD_y}, \quad (5.11)$$

или

$$Re_y = \frac{3540\rho Q_{\max}}{\mu D_y} \quad (5.12)$$

где  $v$  – кинематическая вязкость,  $\text{см}^2/\text{с}$ ,

$\mu$  – динамическая вязкость,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ ;

$D_y$  – условный диаметр РО, мм.

Если  $Re_y > 2000$ , то выбирают РО с ранее определенной пропускной способностью  $K_{Vy}$  с последующей проверкой на возможность возникновения кавитации. Если  $Re_y \leq 2000$ , то определяют поправочный коэффициент  $\psi$  на влияние вязкости жидкости по графику рис. 6.22.

Значение пропускной способности  $K_{Vy}$  с учетом влияния вязкости жидкости определяют по формуле

$$K_{Vy} \geq 1,2 K_{V\max} \quad (5.13)$$

Для проверки РО на возможность возникновения кавитации определяют:

- коэффициент местного сопротивления выбранного РО

$$\xi = \frac{25,4 F_y^2}{K_{Vy}^2} \quad (5.14)$$

где  $F_y = \pi D_y^2/4$  – площадь сечения входного патрубка РО,  $\text{см}^2$ ;

- коэффициент кавитации  $K_{\text{кав}}$  определяют по рис. 6.23, кривая 1;

- перепад давления при котором возникает кавитация

$$\Delta P_{\text{кав}} = K_{\text{кав}} (P_1 - P_{\text{нп}})$$

где  $P_1$  – абсолютное давление перед РО, Па;

$P_{\text{нп}}$  – абсолютное давление насыщенных паров жидкости при температуре перед РО, Па.

Если перепад давления в РО  $\Delta P_{\text{мин}} \leq \Delta P_{\text{кав}}$ , то выбирают РО с ранее найденной условной пропускной способностью  $K_{Vy}$ . Если  $\Delta P_{\text{мин}} > \Delta P_{\text{кав}}$ , то определяют максимальный перепад давления  $\Delta P_{\text{кав.макс}}$ , при котором прекращается прирост расхода в условиях кавитации или испарения жидкости при дросселировании

$$\Delta P_{\text{кав.макс}} = K_{\text{кав макс}} (P_1 - P_{\text{нп}}),$$

где  $K_{\text{кав макс}}$  – коэффициент кавитации, соответствующий предельному расходу по рис. 6.23, кривая 3.

По полученному значению  $\Delta P_{\text{кав. макс}}$  определяют пропускную способность РО по формулам 6.1 – 6.2.

Определяют отношение  $n$  перепада давления в линии к перепаду давления на РО при максимальном расходе.

Если  $K_{Vy}$  принята больше расчетного значения  $K_{V\text{ макс}}$ , то значение  $n$  уточняют по формуле

$$n' = n \left[ \frac{K_{Vy}}{\psi K_{V\text{ макс}}} \right]^2 \quad (5.15)$$

Уточняют также перепад на регулирующем органе

$$\Delta P_{\text{ мин}} = \frac{\Delta P_{\text{ сети}}}{(1+n')} \quad (5.16)$$

По уточненному значению перепада на РО и принятому значению  $K_{Vy}$  определяют уточненное значение максимального расхода через РО

$$Q'_{\text{ макс}} = \frac{Q_{\text{ макс}} K_{Vy}}{K_{V\text{ макс}}} \quad (5.17)$$

Определяют относительные значения расходов  $\mu_{\text{ макс}}$  и  $\mu_{\text{ мин}}$  делением  $Q_{\text{ макс}}$  ( $G_{\text{ макс}}$ ) и  $Q_{\text{ мин}}$  ( $G_{\text{ мин}}$ ) на  $Q'_{\text{ макс}}$  ( $G'_{\text{ макс}}$ ).

Определяют диапазон перемещения затвора РО по рис. 6.15 или 6.16.

Расчеты для разных сред выполняют в соответствии с Практической работой «Расчет и выбор пропускной способности, выбор условного прохода регулирующего органа».

Методика расчета дана в соответствии с:

- Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования.

Справочное пособие, Клюев А.С. и др. Под ред. Клюева А.С. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 368 с.

## 6.2 Методика расчета температурной компенсации труб

При прокладке трубных проводок необходимо учитывать изменение длины проводок, если колебания температуры за счет окружающей и заполняющей трубопровод среды превышают для стальных труб  $32^\circ\text{C}$  и для медных  $20^\circ\text{C}$ .

Основным элементом, самокомпенсирующим температурные изменения длины трубных проводок, является поворот труб. В этом случае прямой участок трубопровода, расположенный под углом к другому прямому участку, воспринимает удлинение или сжатие последнего за счет собственной упругой деформации.

На таких поворотах крепление трубных проводок между глухими

точками и поворотами выполняется скобами, расположенными на расстоянии 200 мм от изгиба и допускающими перемещение труб по обе стороны от поворота. Глухие скобы (скобы не допускающие перемещение трубной проводки) должны располагаться на расстояниях определяемых расчетом.

Исходные данные:

- конечная температура в период эксплуатации трубопровода  $t_k, ^\circ\text{C}$
- начальная температура в период эксплуатации трубопровода  $t_n, ^\circ\text{C}$
- длина трубной проводки  $h, \text{м}$
- наружный диаметр трубной проводки  $D, \text{мм}$  -
- материал трубной проводки
- коэффициент линейного расширения  $\alpha$  принят: для стали – 0,000012; для меди – 0,0000165; для полиэтилена низкой плотности – 0,00022; для полиэтилена высокой плотности – 0,00010; для поливинилхлорида – 0,00025.

Порядок расчета.

Определяем перепад температур

$$\Delta t = t_k - t_n, ^\circ\text{C} \quad (5.18)$$

Определяем температурное изменение длины трубной проводки

$$\Delta l = \alpha h \Delta t, \text{м} \quad (5.19)$$

Определяем расстояние  $l_{кр}$  до глухого крепления с учетом температурной компенсации для прямого участка трубопровода с одним прямоугольным поворотом.

$$l_{кр} = \sqrt{\frac{1,5 \varepsilon D \Delta l}{\sigma_{изг}}} \quad (5.20)$$

где  $\varepsilon$  – модуль упругости, равный для стали -  $21 \cdot 10^5$  кгс/см<sup>2</sup>;

для меди –  $9 \cdot 10^5$  кгс/см<sup>2</sup>; для пластиката –  $4 \cdot 10^4$  кгс/см<sup>2</sup>.

$\sigma_{изг}$  – допускаемое напряжение на изгиб, равное для стали – 800 кгс/см<sup>2</sup>;

для меди – 300 кгс/см<sup>2</sup>; для пластиката – 400 кгс/см<sup>2</sup>.

Методика расчета дана в соответствии с:

- Котов К.И., Шершевер М.А. Монтаж, эксплуатация и ремонт автоматических устройств. Учеб. для техникумов, - М.: Металлургия, 1985. – 318 с.



## 6 ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 6.1.1 Общий вид комплектного устройства

Под комплектными устройствами систем автоматизации подразумеваются щиты и пульты КИПиА, шкафы и стенды датчиков, шкафы и панели электроаппаратов, шкафы контроллеров и т.п.

Щиты и пульты управления в системах автоматического контроля, регулирования и управления являются конструктивными элементами для размещения приборов и аппаратуры, относящихся к данной системе. Щиты и пульты позволяют рационально разместить и связать в единую систему не только приборы, регуляторы, средства сигнализации и дистанционного управления, но и относящиеся к ним элементы электрической коммутации, трубные проводки, средства защиты и блокировки, а также другие вспомогательные устройства.

Исходными материалами для выбора щитов и пультов и размещения на них приборов и средств автоматизации при разработке чертежей общих видов щитов и пультов являются схемы взаимосвязей между пунктами контроля и управления; функциональные схемы автоматизации; принципиальные электрические и пневматические схемы автоматического регулирования, управления и сигнализации; схемы питания; чертежи щитового помещения; монтажно-эксплуатационные инструкции на приборы и аппаратуру и чертежи установки приборов и аппаратуры на фасадах щитов и пультов.

Типы и основные размеры щитов и пультов, предназначенные для стационарных установок с нормальными условиями эксплуатации, определены ГОСТ «Щиты и пульты металлические».

По конструктивному оформлению щиты делятся на шкафные и панельные – полногабаритные и малогабаритные; пульты – на приставные и отдельно стоящие. Кроме того, могут предусматриваться приставные панели. Шкафные щиты являются щитами с закрытой коммутацией, панельные – с открытой.

Шкафные щиты и пульты могут быть двух исполнений: защищенные и защищенные с уплотнением (последние имеют только уплотнение дверей, ограничивающее попадание пыли внутрь щита и пульта).

Щиты бывают с задней дверкой, с передней дверью, с задней и передней дверью, открытые справа, открытые слева, открытые с двух сторон. Бывают односекционные, двух и трех секционные. Высотой 1800 и 2200. Глубиной 600, 800, 1000.

Щиты и пульты устанавливаются в производственных и специальных щитовых помещениях: операторских, диспетчерских, аппаратных и т.п. Щиты и пульты систем автоматизации должны соответствовать отраслевому стандарту ОСТ 36.13-90 «Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов. Общие технические условия».

На фасадной стороне щитов или панелей размещают показывающие, самопишущие и регулирующие приборы, переключатели к приборам, светосигнальную арматуру, аппаратуру оперативного управления, а также изображают мнемосхемы.

Компоновку и расположение приборов и аппаратуры на щитах и панелях необходимо выполнять в соответствии с ходом технологического процесса (его поточности) слева направо, начиная от начальных стадий и кончая завершающими для данной установки или объекта. Должны приниматься во внимание вопросы эстетического порядка (комплектование в группе приборов однородных размеров, форма, внешнее оформление), а затем соблюдаться условия удобного обзора приборов. Приборы и аппаратуру на панелях щитов можно размещать в несколько рядов по высоте.

При размещении приборов на щитах и панелях следует придерживаться следующих принципов: в верхней части щита, на высоте от пола 2000-2100 мм размещается светосигнальная арматура (лампы, табло), ниже должны находиться в зоне 1000 - 2000 мм – показывающие приборы, в зоне 1100-1700 мм – автоматические регуляторы и самопишущие приборы, в зоне 700-1500 мм – аппаратура переключения и дистанционного управления.

Как по горизонтали, так и по вертикали между наружными габаритными размерами приборов и аппаратуры должны быть выдержаны минимальные расстояния порядка 30-60 мм, однако эти расстояния могут увеличиваться при необходимости обеспечения свободного открывания крышек приборов и размещения с тыльной стороны коммутации и трубных линий и установки под каждым прибором или аппаратом рамок с надписями, указывающими назначение прибора или аппаратуры.

Групповые оборки зажимов располагаются в нижней части передней, задней и боковых стенок щитов, горизонтально или вертикально, в один или несколько рядов при расстоянии между рядами оборок не менее 150 мм. Сборку зажимов для подсоединения внешних коммутаций располагают в нижней части щита на высоте не менее 150-200 мм от пола.

Чертежи общих видов щитов, стативов, пультов разрабатываются как составные и единичные щиты.

Под единичным щитом понимается щит, статив и пульт по номенклатуре, предусмотренной ОСТ 36.13-90, кроме вспомогательных элементов, за исключением декоративных панелей с мнемосхемами. Составной щит - щит, выполненный из нескольких единичных щитов или из нескольких единичных щитов и вспомогательных элементов.

Чертеж общего вида единичного щита содержит:

- вид спереди (фронтальная плоскость). На виде спереди щита проставляют его общие габаритные размеры;
- вид на внутренние плоскости;

- таблицу надписей на табло и в рамках (формат А4);
- перечень составных частей – спецификацию (формат А4);
- основную надпись и дополнительные графы по ГОСТ 21.101-97.

На фронтальной плоскости единичного щита показывают приборы, средства автоматизации, элементы мнемосхем (рисунок 8.1.1).

На фронтальной плоскости единичного щита проставляют габаритные размеры щита и размеры, координирующие установку всех приборов и средств автоматизации, монтируемых на нем.

Размеры по вертикали проставляют от нижнего края панели (столешницы), принимаемого за базу. Размеры по горизонтали - от вертикальной оси симметрии панели или столешницы.

На виде спереди единичного щита для приборов и аппаратуры под полкой линии-выноски, на которой проставлен номер позиции, указывают обозначение установочного чертежа.

При вводе проводок в шкафные щиты сверху на поле чертежа вида спереди размещают вид на крышку щита с координацией для ввода проводок.

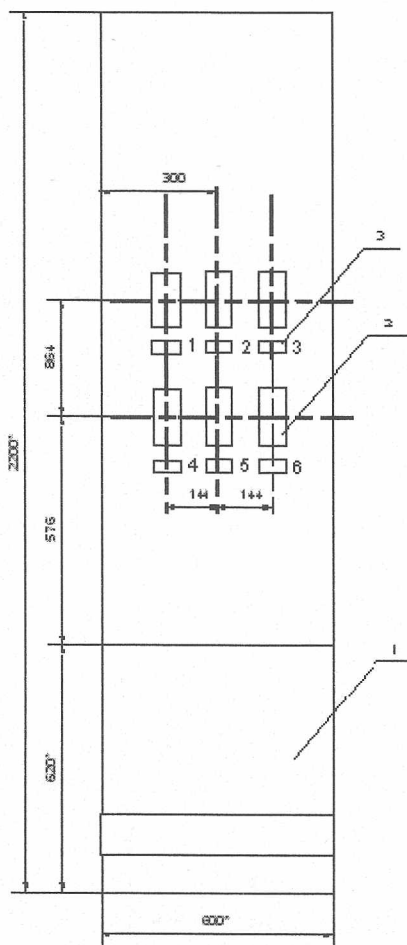


Рисунок 6.1.1 – Фронтальный вид щита

На чертежах общих видов щитов приборы и средства автоматизации, аппараты, рейки изображают упрощенно, в виде внешних очертаний, сплошными основными линиями по ГОСТ 2.303-88.

Номера позиций наносят на полках линий-выносок по правилам ГОСТ 2.109-73.

1- Щит ЩПК-I-2200×600-УХЛ.3.1-ОСТ36.13-90;

2 – Блок питания;

3 – Рамка для надписей РПМ 66×26.

Вид на внутренние плоскости щита изображают в проекционной связи. Над изображением щита помещают заголовок «Вид на внутренние плоскости (развернуто)».

Для щитов на этом виде изображают развернутыми в плоскости чертежа боковые стенки, поворотные рамы, находящиеся в разных плоскостях.

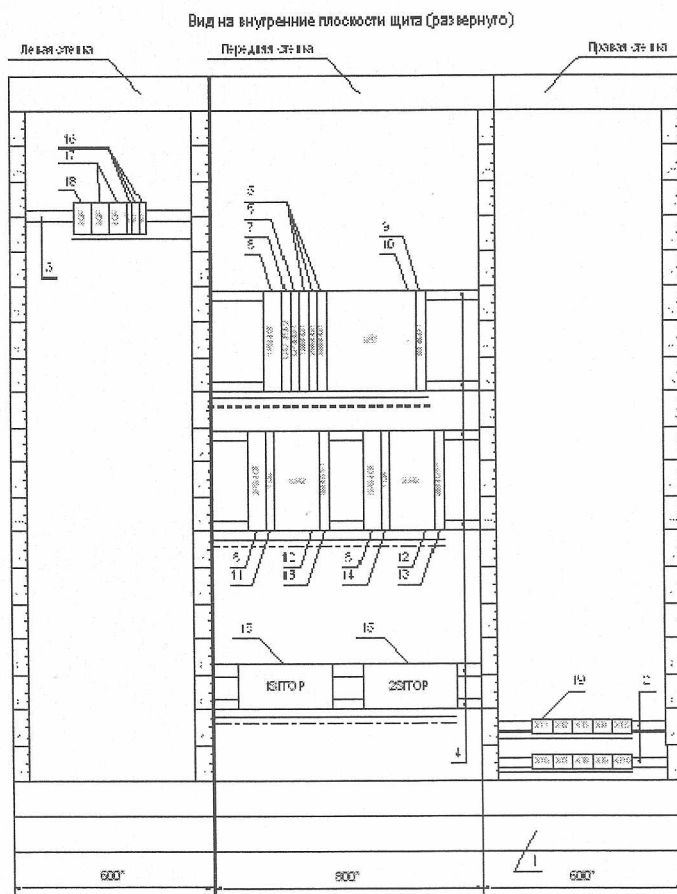
На передних, боковых стенках, поворотных рамах показывают установленные на них приборы, аппараты, блоки зажимов, рейки для установки аппаратов, дециметровые шкалы, а также потоки электрических и трубных проводок. Вертикальные жгуты, прокладываемые в стойках щитов шкафных, панельных с каркасом и статуров, не показывают.

Дециметровые шкалы наносятся на стойки условно и служат для координации аппаратуры по вертикали.

Потоки электрических и трубных проводок изображают:

- жгуты электропроводок - сплошной линией;
- экранированные жгуты и кабели ;
- жгуты измерительных цепей, которые необходимо проложить отдельно, - штрихпунктирной линией;
- потоки трубных проводок - штриховой линией.

Аппаратура, устанавливаемая внутри щита, не координируется (рисунок 6.1.2).



- 1 - Щит панельный с каркасом ЩПК-1-2200-800- УХЛЗ.1 ОСТ 36.13-90;
- 2 - Полоса перфорированная ППЗ0 30x3 L600 ТУ 36.1113-75;
- 3 - DIN-рейка 35/7,5 L600;
- 4 - Полоса перфорированная ППЗ0 30x3 L800 ТУ 36.1113-75;
- 5 - Модуль ввода аналоговых сигналов SM 431;
- 6 - Коммуникационный модуль Ethernet CP 443-1;
- 7 - Модуль центрального процессора;
- 8 - Модуль блока питания AC ~110/230В DC 5В 10А;
- 9 - Интерфейсный модуль IM 460-1;
- 10 - Монтажная стойка UR1;
- 11- Модуль ввода дискретных сигналов SM 421;
- 12 - Монтажная стойка UR2;
- 13 - Интерфейсный модуль IM 461-1;
- 14 - Модуль вывода дискретных сигналов SM 422;
- 15 - Источник питания SITOP 3xAC 400 В,DC 24 В 40 А;
- 16 - Выключатель автоматический Siemens 5SX2 115;
- 17 - Выключатель автоматический Siemens 5SX2 302;
- 18 - Выключатель автоматический Siemens 5SX2 306;
- 19 - Блок зажимов БЗ10

Рисунок 6.1.2 – Вид на внутренние плоскости щита.

### 6.1.2 Перечень составных частей (спецификация)

Перечень составных частей щита составляют на отдельных листах формата А4.

Все составные части щита вносят в перечень по разделам. Наименования разделов, порядок записи в них составных частей и заполнение граф перечня по ГОСТ 2.108-68 (форма ).

В перечень составного щита включают, входящие в него, единичные щиты и вспомогательные элементы.

При этом перечень содержит два раздела;

- сборочные единицы;
- стандартные изделия.

Единичные щиты и декоративные панели, имеющие чертежи общих видов, включают в раздел «Сборочные единицы».

Перечень единичного щита, как правило, содержит разделы:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы.

В раздел документация вносят «Общий вид», а также тематические заголовки таблиц для монтажа проводок «Таблица соединений», «Таблица подключения» (при их наличии) с указанием кода документа в графе «Обозначение».

В разделе «Сборочные единицы» приводят сборки, входящие в щит (панели, платы, сборные кронштейны и т.п.).

В раздел «Детали» включают нетиповые детали для установки приборов и аппаратуры внутри щитов (рейки, платы, подставки, уголки и др.).

В раздел «Стандартные изделия» включают щитовые конструкции. При этом графа «Обозначение» не заполняется, в графе «Наименование» указывается условное наименование щитовых конструкций (шкафа, панели с каркасом, стойки, корпуса пульта, декоративной панели), например:

Щит ЩШ-ЗД-I-2200×600×600 – УХЛ.3.1 – ОСТ 36.13-90.

В раздел «Прочие изделия» включают приборы, аппаратуру и монтажные изделия следующими группами:

- приборы и средства автоматизации - в порядке включения их в заказные спецификации (по возрастанию номеров позиций);
- электроаппаратура по следующим функциональным группам:
- аппаратура управления (ключи, переключатели, кнопки);
- сигнальная арматура;
- реле;

- аппаратура питания (трансформаторы, выпрямители, автоматы, выключатели, предохранители);
- монтажные изделия:
- изделия для электромонтажа (щитки питания, блоки зажимов, упоры, перемычки);
- изделия для монтажа трубных проводок (щитки пневмопитания, трубопроводная арматура, соединители проходные, переборочные, тройниковые, для подключения к приборам и т.п.);
- рамки для надписей.

В перечень составных частей не вносят элементы для оконцевания и маркировки проводок (оконцеватели, манжетки, наконечники, бирки маркировочные, полоски-пряжки и т.п.).

В раздел «Материалы» включают:

- электрические провода, кабели;
- трубы.

При заполнении графы «Наименование» приборы и средства автоматизации записывают упрощенно, без указаний технических характеристик (градуировок, пределов измерений и т.п.). Обязательно указывают тип, модификацию и обозначение технических условий прибора. Например: показывающий и регистрирующий прибор Диск-250 1021, УХЛ 4.2, ТУ 25-0521.104-85.

Для приборов и электроаппаратуры в графе «Примечание» указываются обозначения позиций аналогичных изделий по спецификации.

Всем составным частям, внесенным в перечень, присваиваются позиции. Нумерация позиций должна быть сквозной в пределах всего перечня.

Пример выполнения чертежа общего вида щита КИП приведен в Приложении И

Пример заполнения спецификации приведен в Приложении К

## 6.2 Схемы внешних соединений электрических и трубных проводок

Схема соединений внешних проводок – это комбинированная схема, на которой показаны электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом оборудовании, вне щитов и на щитах, а также подключения проводок к приборам и щитам.

Схемы внешних соединений выполняются без масштаба.

Схемы соединений внешних проводок выполняют на основании следующих материалов:

- схем автоматизации технологических процессов;
- принципиальных электрических и пневматических схем автоматизации;
- эксплуатационной документации на приборы и средства автоматизации, примененные в проекте;

– чертежей расположения технологического, сантехнического, энергетического и др. оборудования и трубопроводов с отборными и приемными устройствами, а также строительных чертежей со всеми необходимыми для прокладки внешних проводок закладными и приварными конструкциями, туннелями, каналами, проемами и т. д.

Схемы соединений внешних проводок в общем случае должны содержать: первичные приборы; щиты; пульты; стивы; внешние приборы; групповые установки приборов; внешние электрические и трубные проводки; защитное зануление систем автоматизации; технические требования; перечень элементов.

Первичные приборы и исполнительные устройства изображаются вверху под таблицей с поясняющими надписями (или в зеркальном изображении внизу над таблицей поясняющих надписей).

Щиты, пульты, стивы, шкафы с электроаппаратурой изображают в виде прямоугольников в средней части чертежа (при расположении таблицы с поясняющими надписями сверху и снизу поля чертежа) или в нижней части поля чертежа (при расположении таблицы только сверху). Внутри прямоугольника указывается наименование щита, пульта, стива, шкафа. Размеры прямоугольников произвольные, достаточные для размещения на них информации.

Выбор приводов и кабелей, способа выполнения электропроводок, выбор труб производят в соответствии с указаниями «Проектирование электрических и трубных проводок систем автоматизации».

На монтажных символах первичных приборов и средств автоматизации, установленных вне щита, проставляют маркировку зажимов согласно заводской инструкции или данным каталога. Маркировку проводов электрических проводок, подключаемых к этим приборам и соединительным коробкам, проставляют в соответствии с маркировкой, принятой на принципиальных (элементных) схемах питания, регулирования, управления и сигнализации. Эту маркировку наносят над каждым проводником с левой стороны.

На совмещенных схемах электрические и трубные проводки показывают, как правило, вертикальными линиями с наименьшим числом изгибов. Для каждой внешней электрической проводки приводят ее технические данные, в которые входят: марка кабеля или провода, количество жил и их сечение, количество рабочих жил, длина кабеля или пучка проводов, тип диаметр и длина защитной трубы или рукава.

Для внешних трубных проводок приводят технические данные, в которые входят тип (марка) трубы, ее диаметр, толщина стенки, длина, а также тип защитной арматуры. Для пневмокабелей указывают марку, количество труб и их диаметр, толщину стенки, длину.

Электрическим и трубным проводкам присваивают маркировку в виде сквозных арабских порядковых цифр. Маркировку проставляют в местах разрыва линий проводок в кружке диаметром 10-12 мм. Маркировку наносят на схемах



внешних проводок слева направо и сверху вниз.

Электрические проводки (кабели и группы проводов) нумеруют арабскими цифрами (1,2,3,...101,102,103 и т.д.). Электрическим кабелям и пункам проводов, проложенным в коробе или лотке, присваивают порядковые номера с добавлением буквы К (К1, К2, К25) или Л (Л1, Л2).

Трубным проводкам, кроме защитных, присваивают порядковые номера цифрами с нулем слева (01,02,03,...051,052 и т.д.).

Каждой соединительной коробке дают порядковый номер с буквами впереди (С или СК), а для маркировки проходной коробки к порядковому номеру добавляют букву «П» (ПК), для маркировки короба (лотка) добавляют букву К (Л). Коробки соединительные предназначены для соединения и разветвления электрических кабелей и проводов, а коробки проходные - для создания нормальных условий протягивания проводов (в трубопроводах большой длины или сложной конфигурации) и соединения проводов или жил.

На рисунке 7.2.1 приведен пример схемы соединения внешних проводок с применением регулирующих органов с электроприводом МЭПК 6300, работающих в комплекте с пускателями ПБР-2М. На рисунке 7.2.2 приведен пример схемы соединения внешних проводок с применением регулирующего органа с пневмоприводом, работающего в комплекте с электропневмопозиционером ЭПП-300.

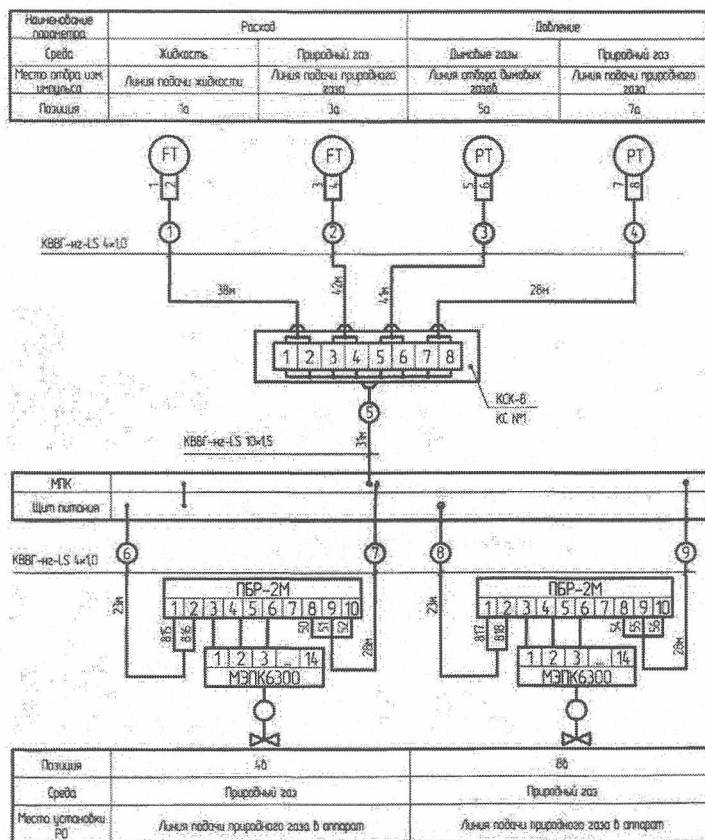


Рисунок 7.2.1 - Схема соединений внешних проводок (регулирующие органы с электроприводом)

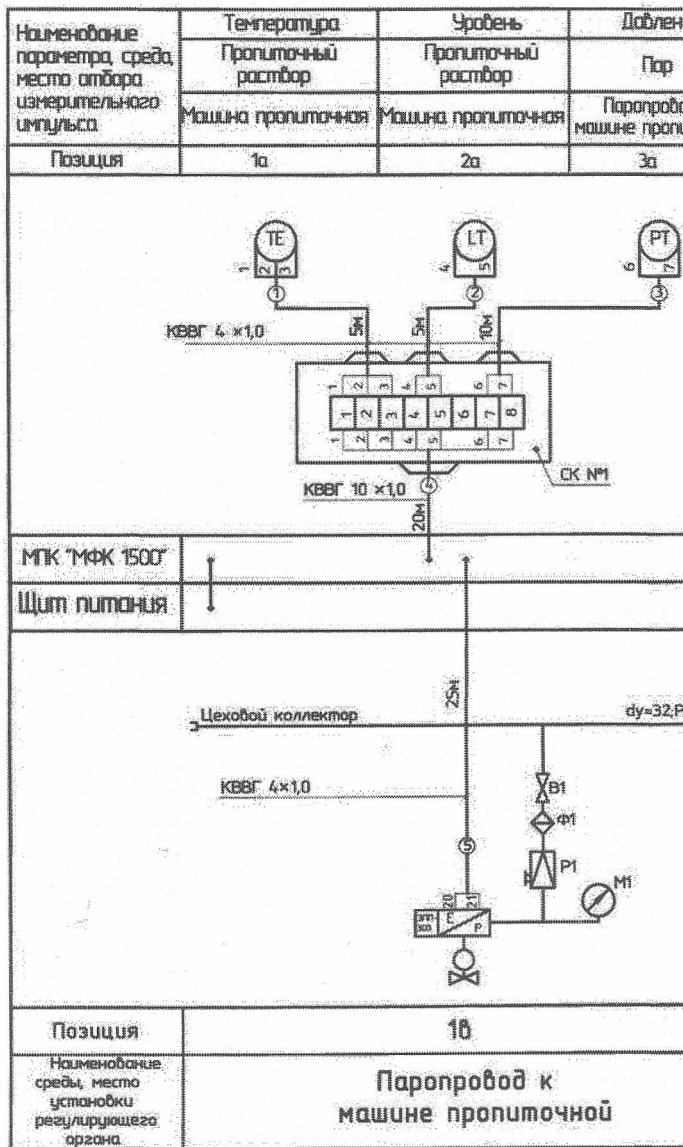


Рисунок 7.2.2 - Схема соединений внешних проводок (регулирующий орган с пневмоприводом)

Пример выполнения схемы внешних проводок приведен в Приложении Л.

### 6.3 Схема электрическая принципиальная (питания)

Система электропитания состоит из питающей и распределительной сети.

Питающая сеть связывает источники питания автоматизируемого объекта с щитами и сборками питания систем автоматизации.

Распределительная сеть связывает щиты и сборки питания систем автоматизации с отдельными ее электроприемниками. Питающая и распределительная сети могут быть выполнены:

- двухпроводными с одним фазным и одним нулевым проводами;
- двухпроводными с двумя фазными проводами;
- двухпроводными постоянного тока;
- трехфазными трехпроводными;
- трехфазными четырехпроводными.

Схема электрическая принципиальная питания системы автоматического контроля, регулирования, управления выполняется по следующим правилам:

- схему выполняют в многолинейном изображении;
- показывают аппараты управления (рубильники, выключатели, переключатели), аппараты защиты (автоматы, предохранители), преобразователи (выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы и т.п.) лампы освещения, розетки в виде условных графических обозначений. У изображения аппаратов указывают их буквенно-цифровое (позиционное) обозначение.

Следует иметь в виду, что в питающей и распределительных сетях электропитания могут применяться следующие сочетания аппаратов управления и защиты:

- в питающих линиях - автоматический выключатель или рубильник - предохранитель. Их устанавливают в местах присоединения к источнику питания, а также на вводах в щиты и сборки питания. Аппараты защиты на вводах в щиты и сборки питания могут не устанавливаться, если аппараты защиты головного участка питающей линии обеспечивают надежную защиту всей линии, а все присоединения распределительной сети имеют индивидуальную защиту;

- в цепях электродвигателей исполнительных механизмов - автоматический выключатель и магнитный пускатель или рубильник, предохранители и магнитный пускатель;

- в цепях приборов, средств автоматизации, трансформаторов, выпрямителей и т. п. - выключатель и предохранители или автоматический выключатель;

- в питающих цепях схем сигнализации - выключатель и предохранители или автоматический выключатель;

- в цепях стационарного освещения щитов - выключатель и предохранитель.

- в заземляющих проводниках всех видов установка аппаратов управления и защиты запрещается;

- в нулевых проводниках аппараты управления устанавливаются только в случае, если они отключают все фазные провода;

- в цепях питания взаимосвязанных устройств (например, датчик и вторичный прибор и т. п.), отдельные элементы которых не работают независимо друг от друга, устанавливаются общие аппараты управления и защиты. При этом на ответвлениях к отдельным элементам регуляторов (например, регулирующий прибор при дистанционном управлении) предусматриваются индивидуальные выключатели;

- в цепях понижающих трансформаторов при разветвленной вторичной сети аппараты управления и защиты устанавливаются со стороны обмоток первичного и вторичного напряжений в каждом присоединении электроприемника, у которого отсутствует аппарат управления и защиты, в случае присоединения на стороне

Схема электрическая принципиальная питания системы автоматического контроля, регулирования, управления выполняется по следующим правилам:

- схему выполняют в многолинейном изображении;
- показывают аппараты управления (рубильники, выключатели, переключатели), аппараты защиты (автоматы, предохранители), преобразователи (выпрямители, трансформаторы, стабилизаторы и т.п.) лампы освещения, розетки в виде условных графических обозначений. У изображения аппаратов указывают их буквенно-цифровое (позиционное) обозначение.

Следует иметь в виду, что в питающей и распределительных сетях электропитания могут применяться следующие сочетания аппаратов управления и защиты:

- в питающих линиях - автоматический выключатель или рубильник - предохранитель. Их устанавливают в местах присоединения к источнику питания, а также на вводах в щиты и сборки питания. Аппараты защиты на вводах в щиты и сборки питания могут не устанавливаться, если аппараты защиты головного участка питающей линии обеспечивают надежную защиту всей линии, а все присоединения распределительной сети имеют индивидуальную защиту;

- в цепях электродвигателей исполнительных механизмов - автоматический выключатель и магнитный пускатель или рубильник, предохранители и магнитный пускатель;

- в цепях приборов, средств автоматизации, трансформаторов, выпрямителей и т. п. - выключатель и предохранители или автоматический выключатель;

- в питающих цепях схем сигнализации - выключатель и предохранители или автоматический выключатель;

- в цепях стационарного освещения щитов - выключатель и предохранитель.

- в заземляющих проводниках всех видов установка аппаратов управления и защиты запрещается;

- в нулевых проводниках аппараты управления устанавливаются только в случае, если они отключают все фазные провода;

- в цепях питания взаимосвязанных устройств (например, датчик и вторичный прибор и т. п.), отдельные элементы которых не работают независимо друг от друга, устанавливаются общие аппараты управления и защиты. При этом на ответвлениях к отдельным элементам регуляторов (например, регулирующий прибор при дистанционном управлении) предусматриваются индивидуальные выключатели;

- в цепях понижающих трансформаторов при разветвленной вторичной сети аппараты управления и защиты устанавливаются со стороны обмоток первичного и вторичного напряжений в каждом присоединении электроприемника, у которого отсутствует аппарат управления и защиты, в случае присоединения на стороне

вторичного напряжения одного электроприемника аппараты управления и защиты в этой цепи могут не устанавливаться.

Все проводники на схеме электрической принципиальной питания должны иметь маркировку, выполненную по общим правилам.

Пример выполнения схемы электрической принципиальной (питания) приведен в Приложении М.

## 7 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1 Основная литература

1. Ермолаев, В. В. Монтаж, программирование и пусконаладка мехатронных систем: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / В. В. Ермолаев. – Москва : Издательский центр «Академия», 2018. – 336 с. ISBN 978-5-4468-7318-0

2. Схиртладзе, А. Г. Организация монтажа, наладки и технического обслуживания систем и средств автоматизации: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / А. Г. Схиртладзе, А. Н. Феофанов, Т. Г. Гришина ; под ред. А. Н. Феофанова. – Москва: Издательский центр «Академия», 2019. – 224 с. ISBN 978-5-4468-8175-8

3. Феофанов, А. Н. Осуществление сборки и апробации моделей элементов систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / А. Н. Феофанов, Т. Г. Гришина ; под ред. А. Н. Феофанова. – Москва : Издательский центр «Академия», 2019. – 304 с. ISBN 978-5-4468-8321-9

### 7.2. Дополнительная литература:

4 Котов К.И., Шершевер М.А. Монтаж, эксплуатация и ремонт автоматических устройств. Учеб. для техникумов, - М.: Металлургия, 1985. – 318 с.

5 Каминский М.Л., Каминский В.М., Монтаж приборов и систем автоматизации. Учеб. для проф. учеб. заведений, - М.: Высшая школа; Изд. центр «Академия», 2001. – 304 с.

6 Монтаж приборов и средств автоматизации: Справочник, Алексеев В.А., Антипин В.С. и др. Под ред. Ключева А.С. – М.: Энергия, 1979. – 728 с.

7 Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования. Справочное пособие, Ключев А.С. и др. Под ред. Ключева А.С. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 368 с.

8 Усатенко С.Т. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник, - М.: Издательство стандартов, 1989. - 310 с.

9 Инструкции, технические условия, технические описания на приборы и средства автоматизации. 6. Ключев, А.С. Техника чтения схем автоматического контроля / А.С Ключев - М. Стройизда., 1988.

10 Ключев, А.С. Монтаж средств измерений и автоматизации: справочное пособие/ А.С Ключев - М. Стройиздат, 1988.

11 Ключев, А.С. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: справочное пособие/ А.С Ключев - М. Стройиздат, 1988.

7.3 Интернет-ресурсы:

12 Электронная библиотека [https://znanium.com/.....](https://znanium.com/)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Приазовский государственный технический  
университет»  
Институт среднего профессионального образования

## КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тема: \_\_\_\_\_

---

### Курсовой проект

обучающегося 4 курса группы 09 МА-2020

---

Дисциплина МДК 02.01 Теоретические основы организации монтажа, ремонта, наладки систем автоматического управления, средств измерений и мехатронных систем

Специальность 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Руководитель курсового проекта:  
Мартынова Татьяна Михайловна

Мариуполь 2023 г.

Содержание

**ВВЕДЕНИЕ** ...

**ГЛАВА 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

1.1 Краткий анализ технологического процесса и агрегата ...

1.2 Анализ системы автоматизации, состав приборов и средств автоматизации САР ...

**ГЛАВА 2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

2.1 Устройство и работа выбранных приборов и средств автоматизации САР ...

2.2 Монтаж, наладка и ремонт выбранных средств автоматизации ...

2.3 Монтаж электрических и трубных проводок ...

**ГЛАВА 3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ**

3.1 Расчет пропускной способности и выбор условного прохода регулирующего органа ...

3.2 Расчет компенсации температурных изменений длины трубных проводок ...

**ГЛАВА 4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА, ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ** ...

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ** ...

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ** ...

					КП 150207 2020 __ __ ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Тема курсового проекта	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.							2	
Провер.		Маутинова						
Н. Контр.								
Утверд.								
						09 МА-2020		



**ЗАДАНИЕ**  
на курсовой проект

Обучающегося \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество обучающегося)

группы 09 МА-2020 специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Срок выполнения курсового проекта с 09.10.2023 г по 01.12.2023 г

1. Тема курсового проекта \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Исходные данные к проекту

Расчет 1.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Расчет 2.  
\_\_\_\_\_

3. Перечень вопросов, подлежащих разработке (содержание пояснительной записки)

**ВВЕДЕНИЕ**

**ГЛАВА 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

1.1 Краткий анализ технологического процесса и агрегата

1.2 Анализ системы автоматизации, состав приборов и средств автоматизации

**САР**

**ГЛАВА 2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

2.1 Устройство и работа выбранных приборов и средств автоматизации САР

2.2 Монтаж, наладка и ремонт выбранных средств автоматизации

2.3 Монтаж электрических и трубных проводок

**ГЛАВА 3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ**

3.1 Расчет пропускной способности и выбор условного прохода регулирующего органа

3.2 Расчет компенсации температурных изменений длины трубных проводок

**ГЛАВА 4 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА, ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

4 Графическая часть (обязательные чертежи)

Лист 1 Чертеж общего вида комплектного устройства (формат А2 или А3)

Лист 2 Схема электрическая соединений (подключений), внешних проводок или схема электрическая принципиальная питания (формат А2 или А3)

5 Дата выдачи задания 09.10.2023

6 План выполнения курсового проекта

Наименование этапов выполнения работы	Сроки выполнения	Отметка о выполнении
Введение	12.10.2023	
Общая часть	19.10.2023	
Специальная часть	06.11.2023	
Расчетная часть	13.11.2023	
ОТ, ТБ, ПБ и охрана окружающей среды	15.11.2023	
Заключение	17.11.2023	
Графическая часть	27.11.2023	
Оформление работы и представление ее руководителю	30.11.2023	
Допуск к защите	01.12.2023	
Защита курсового проекта	04.12.2022	

Обучающийся

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (фамилия и инициалы)

Руководитель курсового проекта

\_\_\_\_\_ (подпись)

Мартынова Т.М.  
(фамилия и инициалы)

Председатель цикловой комиссии

\_\_\_\_\_ (подпись)

Даценко Е.И.  
(фамилия и инициалы)

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Устройство и работа приборов и средств автоматизации узла  
контроля и регулирования

Расходомер - счетчик УВР-011 состоит из одной пары преобразователей  
акустических (ПЭА), блока электронного (БЭ) и выносного блока питания и связи  
(БПС). .....

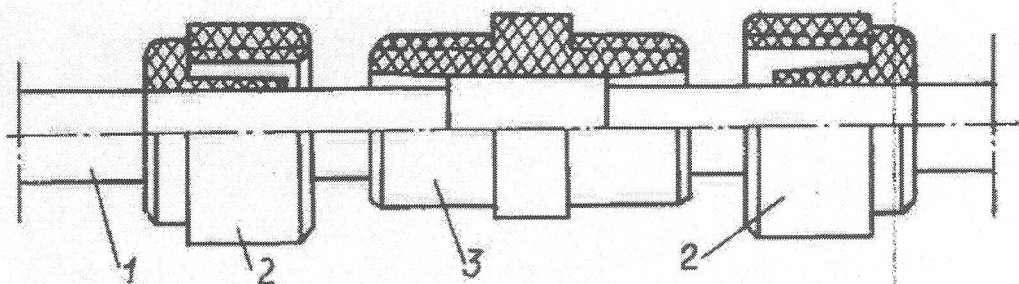
Пределы основной относительной погрешности при измерении счетчиками  
расхода и объема жидкости составляют  $\pm 1,5$ . [3]

2.2 Монтаж указанных средств автоматизации

Установку и монтаж накладных преобразователей электроакустических  
(ПЭА) расходомеров-счетчиков ультразвуковых УВР-011А2 выполняют на  
трубопроводах. Толщина стенки металлического трубопровода должна быть в  
пределах от 2 до 20 мм .....

Патрубки с ПЭА на трубопроводе рекомендуется защитить от осадков с  
помощью металлических коробов, соединяемых с поверхностью трубы  
электросваркой.

					КП 150207 2020 __ ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



1 - пластмассовая трубка, 2 - накидная гайка с уплотняющим венцом,  
3 - штуцер.

Рисунок 6 - Соединитель с уплотняющим венцом.

Таблица 1 – Перечень средств автоматизации пароперегревательной установки

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1а...1е,2а...5а	Преобразователь термоэлектрический ТХК	10	
1ж, 39	Регистратор электронный МТМ-РЭ-160	2	
2б...5б,20б,35в...38в	Преобразователь измерительный МТМ402	9	
7...10	Тягонапоромер мембранный показывающий ТНМП-52М2	4	
6а	Тягомер ТмМП-52М2	1	

При переходе таблицы на следующую страницу:

Продолжение таблицы 1

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
6б	Датчик – реле тяги ДЕ57-21	1	
11а,20а,33а,34а	Датчик давления Метран - 100 ДИ	4	
11б,40в	Прибор аналоговый регистрирующий ДИСК-250М	2	
12...15,16а...19а,21...32	Напоромер мембранный показывающий НМП-52М2	20	

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

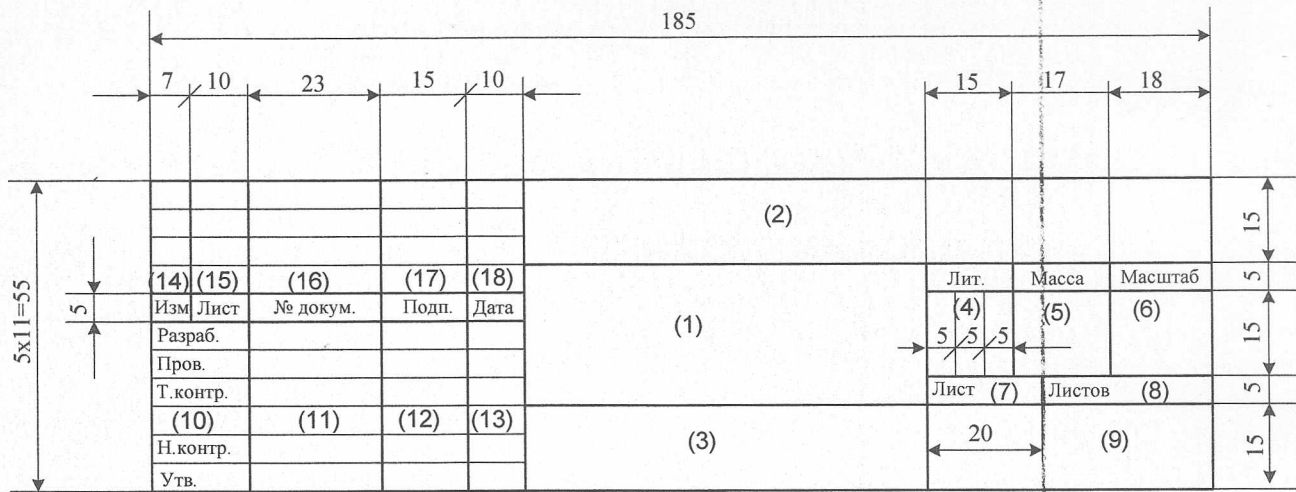
1 Финкель А.Ф., Ипатов П.П. Технологическое оборудование заводов черной металлургии, - М.: Металлургия, 1982. - 440 с.

2 Датчик давления Метран-100. Руководство по эксплуатации СПГК.5070.000.00РЭ. Челябинск, 2005.

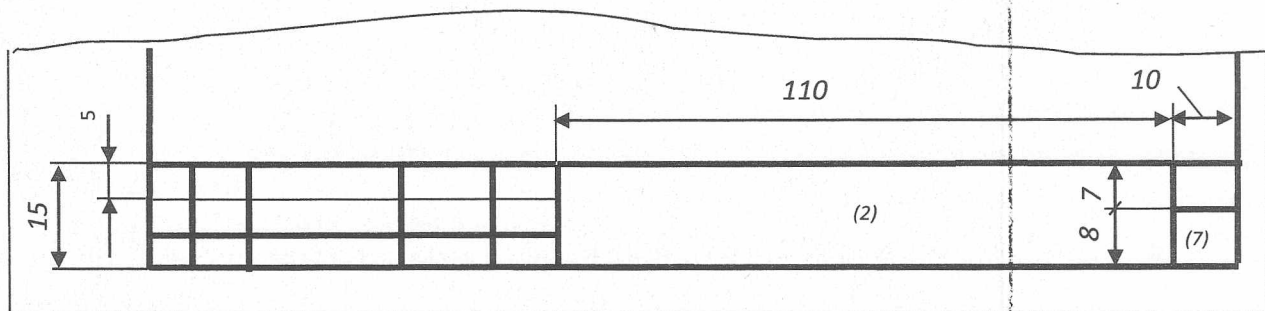
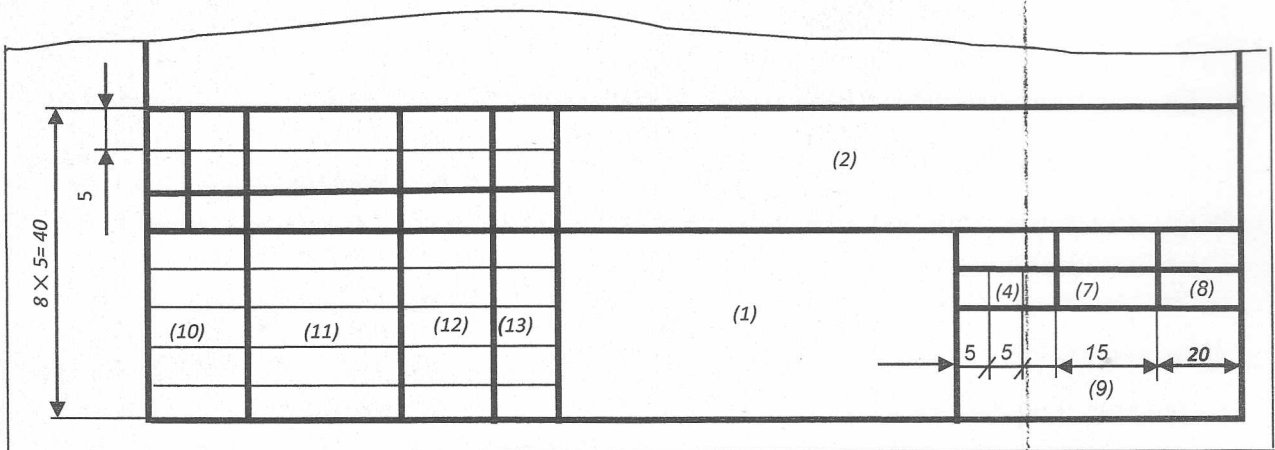
3 .....

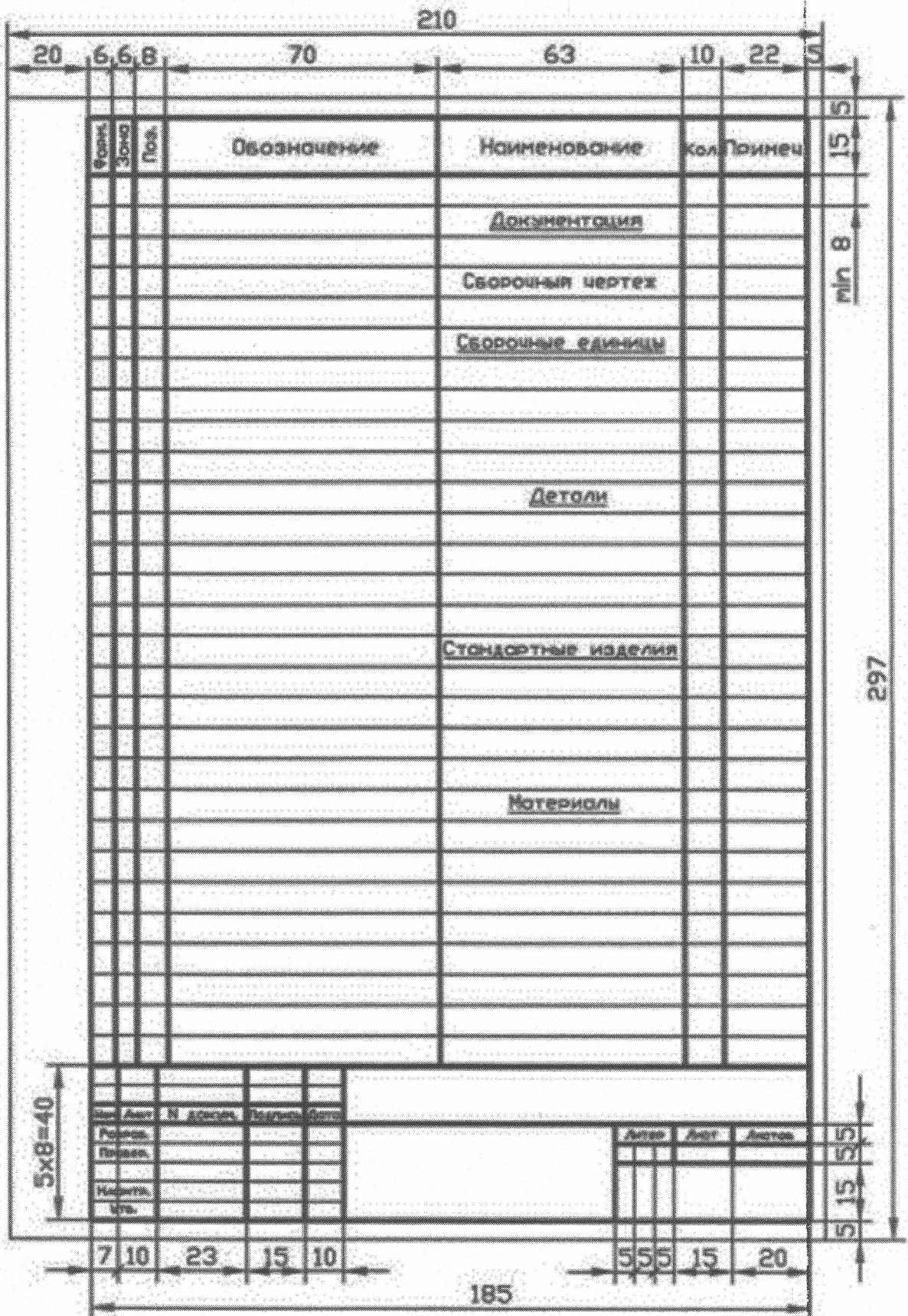
4 .....

Основная надпись на чертежах



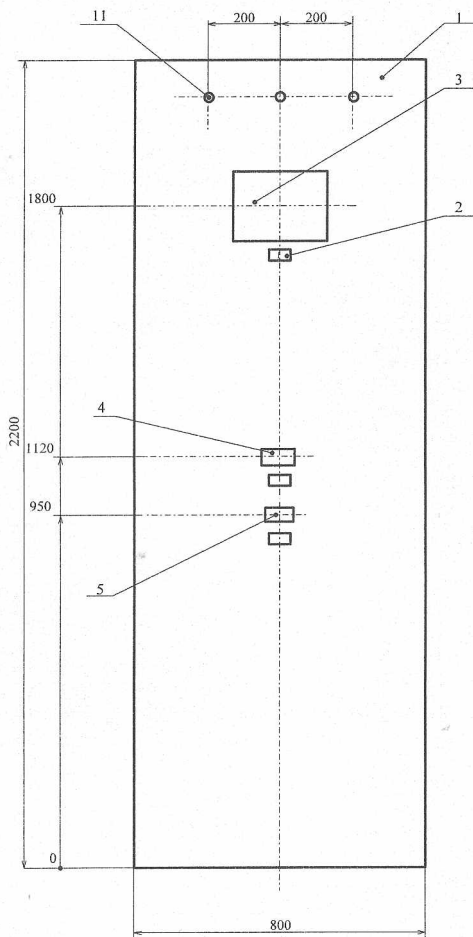
Основная надпись на первом (заглавном) и последующих листах  
текстовых документов



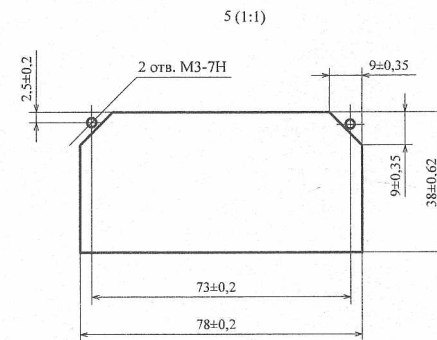
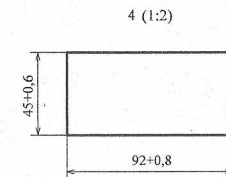
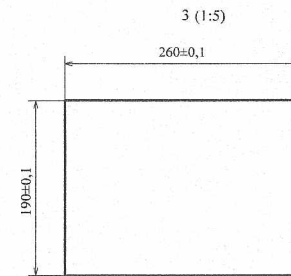
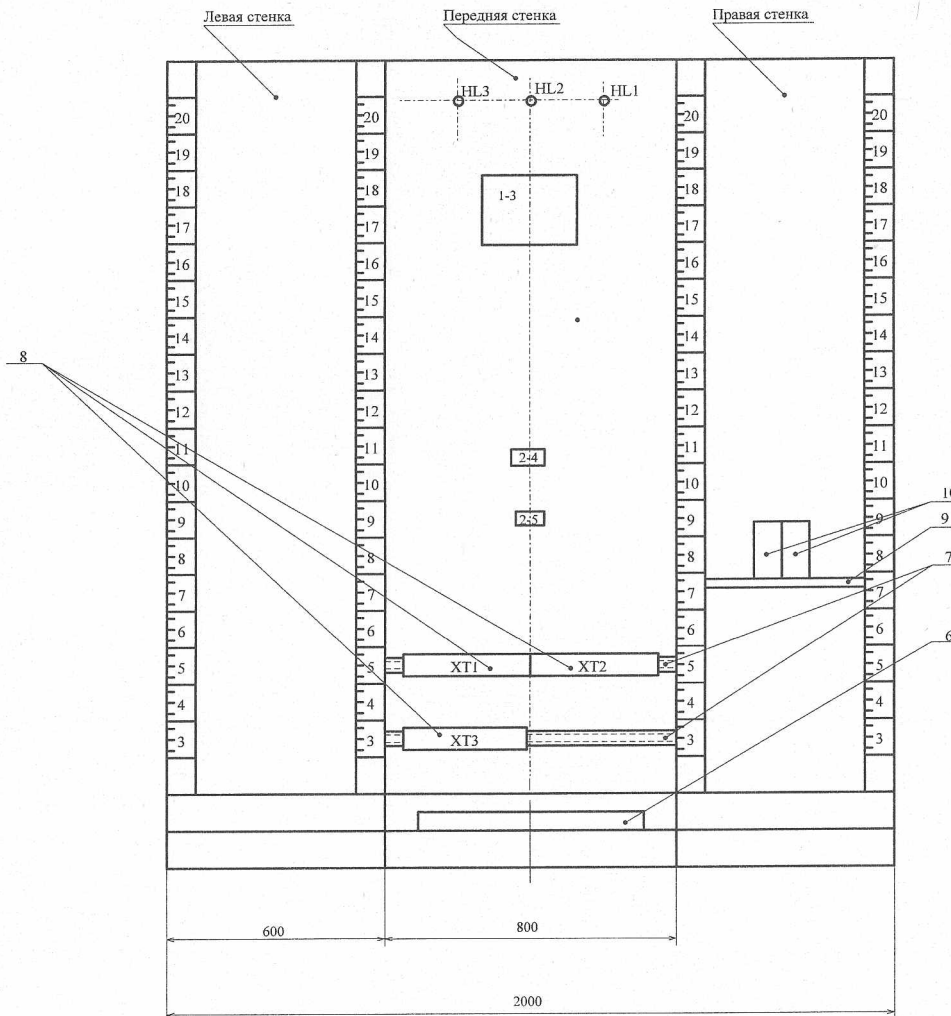


Размеры граф Спецификации

Вид с фронтальной стороны



Вид со стороны монтажа (развёрнуто)



11 (6/м)



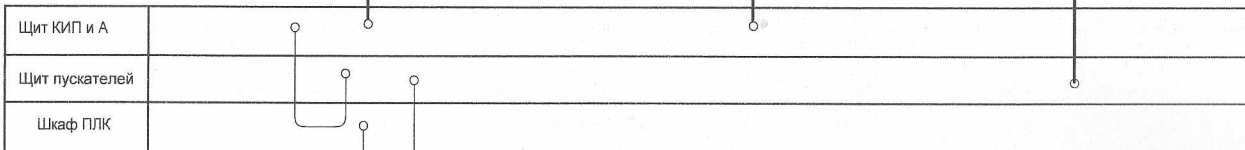
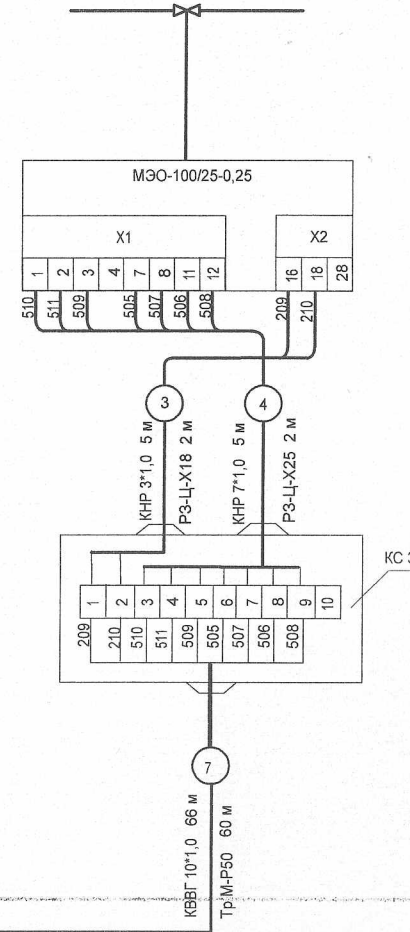
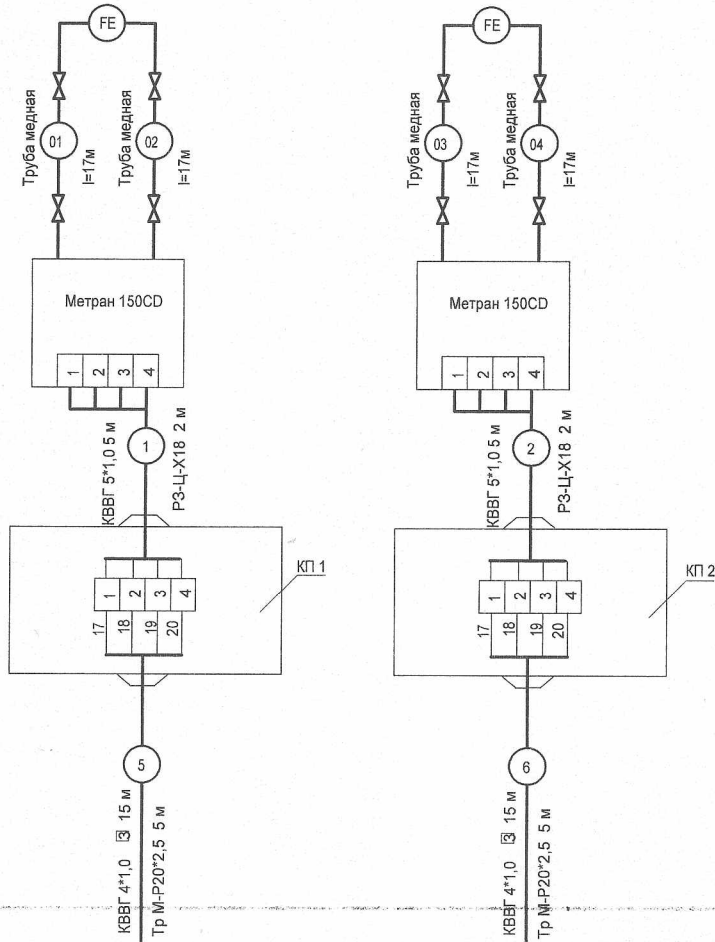
				КП 150207. __ 300 ВО				
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Щит КИП. Общий вид	Литера	Масса	Масштаб
						у	—	1:10
Проверил		Мартынова				Лист		Листов
Т. контр.								
Н. контр.								09 МА-20 __
Ута								



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A2			КП 150207 2020 __ 300 В0	Общий вид		
				<u>Стандартные изделия</u>		
		1		Щит панельный с каркасом	1	
				ЩПК-I-800 УХЛ4 IP00		
				ОСТ 36.13-76		
		2		Рамка РПМ 66*26	5	
				<u>Прочие изделия</u>		
		3		Регистратор электронный	1	
				Метран 900		
		4		Ручной задатчик МТМ103	1	
		5		Блок ручного управления БРУ-42	1	
		6		Опорная рейка	1	
		7		Рейка для блока зажимов	2	
		8		Блок зажимов БЗН-19-25-20	3	ХТ1-ХТ3
		9		Рейка для блоков питания	1	
		10		Блок питания 24В	2	
		11		Арматура сигнальная АС-220	3	

					КП 150207 2020 __ 300					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Щит КИП					
Разраб.								Лит.	Лист	Листов
Проверил	Маргынова							У		1
Н. контр.								09 МА-20 __		
Утверд.										

Наименование контролируемого параметра	Контроль расхода топлива и воздуха нижней сварочной зоне 7-зонной методической печи		Регулирование расхода воздуха в нижней сварочной зоне в 7-зонной методической печи
Позиция	1-1	2-1	2-7



				КП 150207 __ 400 Э4			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Литера	Масса	Масштаб
Разраб.					У	-	-
Проверил		Мартынова					
Т. контр.							
					Лист	Листов	

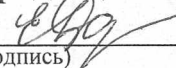
Контроль и регулирование соотношения топливо-воздух в нижней сварочной зоне 7-зонной методической печи  
Схема внешних проводов



ОДОБРЕНО  
Цикловой комиссией  
машиностроения и современных  
технологий  
Протокол № 1  
от «30» августа 2023 г.

Разработано на основе федерального  
государственного образовательного  
стандарта по специальности среднего  
профессионального образования  
15.02.07 Автоматизация  
технологических процессов и  
производств (по отраслям).  
Приказ Минобрнауки России от  
18.04.2014 г. № 349 (зарегистрировано  
Минюст РФ от 11.06.2014г. №32681)

Председатель ЦК

  
(подпись)

/Е.И.Даценко/  
(фамилия и инициалы)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

по учебно-методической работе



Т.С.Олейникова

« 30 » \_\_\_\_\_ 2023 г.

Разработчик:

1. Мартынова Татьяна Михайловна, преподаватель высшей категории ИСПО  
ФГБОУ ВО «ПРИАЗОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»