



**РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЕКТА  
АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ И  
УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

# **РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов, обучающихся по специальностям 200503 «Стандартизация и сертификация» и 220501 «Управление качеством» всех форм обучения



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2008

УДК 658.5

ББК Z965-048я73-5

Ч-932

Рецензент

Доктор технических наук, профессор ТГТУ

*П.С. Беляев*

Составители:

*А.А. Чуриков, Г.В. Шишкина*

Ч-932 Разработка элементов проекта автоматизации контроля и управления параметрами технологических процессов : метод. указания / сост. : А.А. Чуриков, Г.В. Шишкина. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 56 с. – 100 экз.

Показан порядок выполнения курсового проекта по дисциплине «Проектирование систем контроля и управления технологическими процессами». В первом разделе рассмотрена последовательность составления пояснительной записки, во втором – графического материала работы. В соответствии с учебными планами приведён пример выполнения основных технических чертежей: функциональной схемы автоматизации, чертежа общего вида щита контроля и регулирования, схемы внешних соединений. Показан порядок расчёта структуры и состава службы КИПиА. Приведён пример выполнения курсового проекта.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальностям 200503 «Стандартизация и сертификация» и 220501 «Управление качеством» всех форм обучения.

УДК 658.5

ББК Z965-048я73-5

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет» (ТГТУ), 2008

Учебное издание

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЕКТА  
АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ И  
УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Методические указания

Составители:

ЧУРИКОВ Александр Алексеевич,  
ШИШКИНА Галина Викторовна

Редактор О.М. Ярцева

Инженер по компьютерному макетированию Т.А. Сынкoвa

Подписано в печать 13.10.2008.

Формат 60 × 84 / 16. 3,25 усл. печ. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 451

Издательско-полиграфический центр

Тамбовского государственного технического университета  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта по дисциплине «Проектирование систем контроля и управления технологическими процессами» является закреплением знаний студентов по данной дисциплине и развитием у них навыков проектирования систем автоматизации.

При выполнении курсового проекта студент должен подробно изучить технологический процесс, обоснованно выбрать основные параметры контроля и регулирования, разработать основные чертежи проекта автоматизации, используя данные новейшей литературы.

Основной задачей курсового проекта является развитие у студентов самостоятельности в работе с технической литературой и данными Интернета: государственными и отраслевыми стандартами, каталогами заводов-изготовителей, справочной литературой, базами данных сайтов заводов-изготовителей и фирм поставщиков.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

С темой курсового проекта студент определяется в результате прохождения конструкторско-технологической практики на производстве. Тема обязательно согласовывается с руководителем и утверждается приказом по кафедре. Для студентов, не определившихся с темой будущего дипломного проекта и не выбравших конкретный промышленный технологический процесс, в конце методического пособия даны варианты задания на основе материалов учебной и методической литературы.

Название курсового проекта должно быть примерно следующим: «Проектирование автоматизированных систем контроля и управления процессами *производства продукции*», например «Проектирование автоматизированных систем контроля и управления процессами ректификации спирта».

Курсовой проект состоит из текстовой (пояснительная записка и заказная спецификация на оборудование систем контроля и управления) и графической частей. Объём текстовой части 15 – 20 страниц, графической – 3–4 листа необходимого формата А1 – А4.

При выполнении курсового проекта необходимо:

1. Тщательно изучить технологический процесс и конструкцию аппаратов и оборудования, используя имеющуюся по данной теме техническую литературу. Описать необходимость существующей системы контроля и управления.

2. Обосновать выбор параметров контроля и регулирования и обеспечивающих их технических средств автоматизации.

3. На основе анализа существующих систем контроля и регулирования с учётом их достоинств и недостатков определить направление на улучшение качества производства за счёт совершенствования систем контроля и управления; предложить самостоятельное решение по модернизации или изменению системы контроля и управления на основе применения современных приборов и средств автоматизации. Разработать или модернизировать схему автоматизации.

4. Выбрать и описать щит управления и составить чертёж общего вида щита или операторского пункта контроля и управления (ОПКиУ) для вновь разрабатываемой системы автоматизации.

5. Разработать схему внешних электрических и трубных проводок (схему внешних соединений) для вновь разработанного щита или ОПКиУ.

6. Провести расчёт структуры службы эксплуатации контрольно-измерительных приборов и средств автоматики (КИПиА), учитывая проектируемые системы контроля и управления.

7. Заполнить заказную спецификацию на приборы и средства автоматизации, используя современные данные о средствах контроля и управления.

## СОСТАВ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Пояснительная записка состоит из следующих частей:

– этикетка, на которой указываются обозначение проекта, тема, фамилия и инициалы студента, группа, год выполнения проекта (оформление – в стандарте ТГТУ);

– бланк задания (оформление – в стандарте ТГТУ);

– содержание (оформление – в стандарте ТГТУ);

– основная часть;

– список использованных источников, который содержит библиографические данные по всем использованным справочникам и оформляется в порядке ссылки на литературные источники по тексту пояснительной записки.

– приложение, где содержится заказная спецификация на приборы и средства автоматизации, относящаяся к функциональной схеме автоматизации.

В основную часть пояснительной записки включают следующие разделы:

Введение.

1. Описание технологического процесса и, если есть, существующей системы контроля и управления.

2. Описание схемы автоматизации технологического процесса, новых решений в области контроля и управления и обоснование выбора параметров контроля и регулирования.

3. Описание внешнего вида щита контроля и регулирования.

4. Описание схемы внешних соединений.

5. Расчёт структуры и состава службы КИПиА.

Заключение.

Во *введении* обосновываются актуальность и целесообразность совершенствования существующих и введения новых систем автоматизации, создания автоматизированных систем управления технологическими процессами, применение микропроцессорной техники и ЭВМ. Приводится краткое содержание проекта.

*Описание технологического процесса* содержит подробное изложение последовательности отдельных стадий технологического процесса в объёме, необходимом для постановки задачи автоматизации.

Во втором разделе даётся обоснованный выбор технологических параметров, подвергающихся измерению, регулированию и сигнализации. Исходя из особенностей данного технологического процесса, выбираются современные приборы и средства автоматизации (СА) для реализации перечисленных функций.

В третьем разделе указывается целесообразность выбора, промышленный тип, состав и месторасположения щита контроля и регулирования. Приводится перечень приборов и СА, расположенных на щите.

В четвёртом разделе указывается месторасположения датчиков и исполнительных механизмов, характер их соединения со щитом контроля и регулирования, типы соединительных линий, особенности монтажа средств контроля.

В пятом разделе проводится расчёт численности и квалификации обслуживающего персонала службы КИПиА. Приводятся расчётные таблицы и график планово-предупредительных работ на календарный год.

В заключении содержатся основные выводы по проделанной работе, определяется значение разработанной системы автоматизации для повышения эффективности управления технологическим процессом.

## 2. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

### 2.1. Функциональная схема автоматизации (ФСА)

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является основным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления.

На ФСА показывают с помощью условных обозначений:

- основное технологическое оборудование;
- коммуникации жидкостей, газов и пара по ГОСТ 2.784–96 «Условные обозначения трубопроводов для жидкостей и газов»;
- приборы и средства автоматизации по ГОСТ 21.404–85 «Обозначения условные в схемах автоматизации технологических процессов».

Изображение технологического оборудования на ФСА должно соответствовать его действительной конфигурации, оно изображается упрощенно, без масштаба и второстепенных конструкций.

ФСА выполняют с изображением щитов и пультов контроля и управления в нижней части чертежа при помощи условных прямоугольников, располагая их сверху вниз в следующем порядке: приборы местные, местные щиты, центральные щиты и т.д. В них, с помощью условных изображений, показывают все приборы и СА, расположенные на соответствующих щитах. Датчики, отборные устройства, исполнительные механизмы и регулирующие органы показываются в непосредственной близости технологического оборудования и технических трубопроводов.

На рис. 1 приводится рекомендуемая толщина линий при оформлении ФСА. Высота букв в пояснительном тексте – от 3,5 до 5 мм.

Существуют два способа выполнения ФСА: развёрнутый и упрощённый.

При выполнении ФСА упрощённым способом на схемах показывают отборные устройства, первичные приборы, регулирующие устройства, исполнительные механизмы и одно условное изображение устройства контроля и управления независимо от того, сколько блоков и устройств в него входят. На этих схемах обычно не показывают щиты контроля, операторские пункты и ЭВМ. Такие схемы создаются на начальных стадиях проектирования.

При выполнении ФСА развёрнутым способом условное обозначение приборов и СА показывается для каждого отдельно существующего функционального блока. Щиты контроля и управления показывают в нижней части чертежа при помощи условных прямоугольников. Именно такого типа ФСА будет выполняться в данном курсовом проекте.

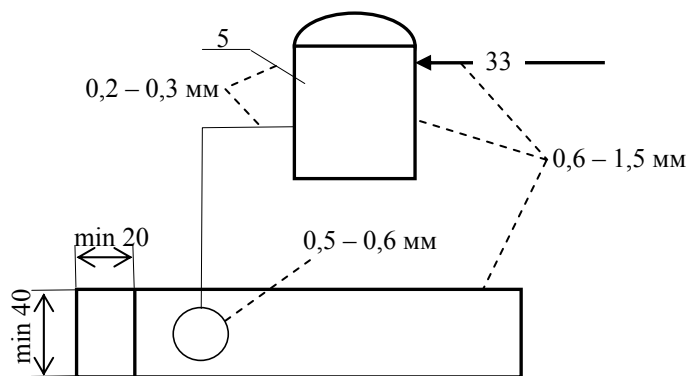


Рис. 1. Графическое оформление ФСА

Преимуществом развёрнутого способа является большая наглядность и возможность легкой и быстрой ориентации в распределении аппаратуры по пунктам управления. Достоинством упрощённого способа является меньшая трудоёмкость составления схем автоматизации и непосредственное её совмещение со схемой технологического процесса.

На основании ФСА разрабатывается заказная спецификация на приборы и СА, форма и размеры которой приводятся в [2, с. 395]. Рекомендации по оформлению ФСА изложены в литературе [2, 3]; для выбора приборов и СА используются справочные материалы [4]. Пример выполнения ФСА показан на чертеже ТГТУ.200503.012 А2 КП (прил. А).

### 2.2. Чертёж общего вида щита контроля и регулирования

Все щиты и пульты в промышленности выпускаются в соответствии с ОСТ 36.13–90 «Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов».

Исходным материалом для выполнения этого чертежа являются:

- функциональная схема автоматизации;

- типовые монтажные чертежи на приборы и щитовые средства автоматизации с указанием принципов крепления, габаритных размеров и монтажных областей;
- заказная спецификация на приборы и СА;
- строительный чертёж помещения, в котором будет установлен щит.

По конструктивным особенностям щиты делятся на: шкафовые, шкафовые малогабаритные, панельные с каркасом, панельные плоские, панельные малогабаритные.

Основная высота полногабаритного щита – 2200 (1800) мм, малогабаритного – 1000 мм; ширина: 600, 800, 1000, 1200 мм; глубина: 600, 800, 1000, 1200 мм [2].

На чертеже изображают фронтальную плоскость щита с нанесенными контурами приборов и СА; спецификацию и перечень приборов и аппаратуры, расположенных на щите; таблицу надписей в рамках.

Фронтальная плоскость щита выполняется в масштабе 1 : 10 (единичный щит) или 1 : 25 (многосекционный щит).

На чертеже проставляют габариты щита и размеры, координирующие установку всех приборов и СА, монтируемых на щите. Размеры по вертикали проставляют от нижнего края панели щита, размеры по горизонтали – от вертикальной оси симметрии панели. На чертеже показывают центры монтажных полей приборов и СА, расположенных на щите.

Всем элементам щита (приборам и СА) присваиваются позиционные номера, начиная с цифры 1 (сам щит) и далее в порядке упоминания в перечне элементов. Позиционные номера ставятся на полках линий-выносок. Однотипные приборы и приборы одной марки на чертеже имеют один и тот же позиционный номер.

Рекомендации и примеры построения чертежа общего вида щита контроля приводятся в [2]. Пример выполнения чертежа общего вида щита показан на схеме ТГТУ.200503.012 ВО КП (прил. Б).

### 2.3. Схема внешних электрических и трубных проводок (схема внешних соединений)

Рекомендации по выполнению схем внешних соединений даны в следующих нормативных документах:

- РМ 4-171–77 «Системы контроля и автоматизации технологических процессов»;
- РМ 4-6–84 «Проектирование электрических и трубных проводок»;
- РМ 4-70–87 «Прокладка измерительных линий».

Схема внешних соединений устанавливает связь между приборами и СА, размещёнными на щитах, по месту на специальных сборках, и устройствами автоматизации (датчиками, отборными устройствами, исполнительными механизмами и т.д.), расположенными непосредственно на технологическом оборудовании и трубопроводах. Данную схему можно выполнять в виде общей комбинированной схемы, где на одном чертеже показывают электрические и трубные проводки, элементы пневмоавтоматики.

Чертёж схемы внешних соединений содержит условные изображения щитов, пультов, местных пунктов контроля и управления, внешние приборы и СА, соединительные и протяжные коробки, электрические и трубные проводки, таблицу необходимых пояснений, спецификацию на электрические и трубные проводки.

Электрические и трубные проводки изображаются сплошной линией толщиной от 0,4 до 1 мм. В разрыве каждой линии изображается окружность диаметром 8...10 мм, внутри которой проставляется маркировка цифрами 1, 2, 3, ... для электрических проводок и 01, 02, 03, ... для трубных. На линиях электрических проводок должны быть указаны марки провода или кабеля, количество жил, в том числе и рабочих, площадь сечения жилы, длина проводки, марка защитной трубы при прокладке электропроводки во взрыво- и пожароопасном помещении. Для трубных проводок должны быть указаны материал труб, диаметр, толщина стенки и длина (рис. 2).

Условные обозначения отборных устройств, датчиков, исполнительных механизмов и т.д. должны соответствовать ГОСТ 21.404–85.

Щиты, пульты автоматизации изображаются в виде условных прямоугольников внизу чертежа.

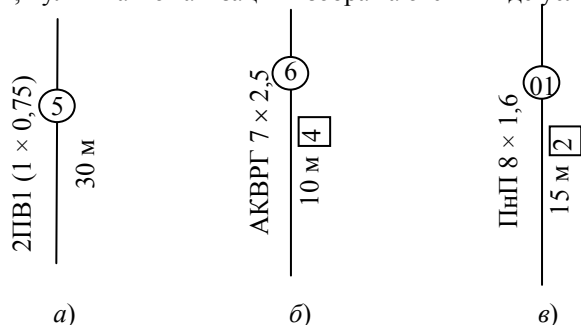


Рис. 2. Изображение на схемах внешних соединений:  
а – проводов; б – кабелей; в – трубных проводок

Внешние вторичные приборы, соединительные и протяжные коробки размещают на чертеже между таблицей пояснений и изображением щитов и пультов.

Расстояние между соседними параллельными внешними проводками должно быть не менее 3 мм.

К схеме внешних соединений прилагается спецификация на провода, кабели, трубы, основные монтажные изделия. Отдельные элементы вносятся в спецификацию в следующей последовательности: кабели, провода, трубопроводы, соединительные коробки, запорная арматура и т.д.

Подробно правила выполнения таких схем изложены в [2].

Пример выполнения схемы внешних соединений показан на чертеже ТГТУ.200503.012 Э5 КП (прил. В).

### 3. РАСЧЁТ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА СЛУЖБЫ КИПиА

Для обеспечения надёжной работы измерительной техники, средств контроля и регулирования необходимо обеспечить их высококвалифицированную эксплуатацию. С этой целью на крупных предприятиях создаются службы эксплуатации контрольно-измерительных приборов и средств автоматики (КИПиА).

#### Задание

1. Определить ориентировочную численность персонала службы КИПиА.
2. Определить численность и квалификацию обслуживающего персонала по отделениям службы КИПиА при 41-часовой рабочей неделе.
3. Определить структуру службы КИПиА.
4. Составить график обслуживания и ремонтов КИПиА на календарный год.

#### ПОРЯДОК РАСЧЁТА

1. СОСТАВЛЯЕТСЯ УКРУПНЁННАЯ ВЕДОМОСТЬ ПАРКА ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ (ТАБЛ. 1).

Таблица 1

№ п/п	Наименование	Марка, тип	Количество $N$ , шт.
1	Термометр	Тип А	460
2	...	...	...

Ориентировочная численность персонала службы КИПиА определяется по числу приведённых приборов (табл. 2)

$$N_{\text{пп}} = \sum_{i=1}^n N_i k_{\text{от}i}$$

где  $N_i$  – число приборов одного типа или наименования, шт.;  $k_{\text{от}i}$  – коэффициент относительной трудоёмкости прибора наименования;  $n$  – количество наименований (однотипных групп) приборов укрупнённой ведомости парка приборов.

Выражение «приведённый прибор» введено для более объективной оценки мощности парка приборов комплекса. Для приведения контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации различных типов по трудоёмкости их обслуживания применяется так называемый коэффициент относительной трудоёмкости (табл. 3).

2. Численность персонала службы КИПиА определяется по отделениям эксплуатации и ремонта объёмом выполняемых работ. Объём работ определяется нормами на периодичность проведения работ (табл. 4), т.е. числом проверок, ремонтов, наладок и нормами времени на производство этих работ (табл. 5). Следует учесть, что периодичность выполнения таких работ, как снятие и установка, пуск и наладка, равна периодичности выполнения капитального ремонта. Если при расчётах число персонала службы получается дробным, то его следует округлить в сторону увеличения числа.

Таблица 2

Число приведённых приборов	Ориентировочная численность персонала службы	Категория службы КИПиА
800 – 2500	4 – 15	I
2500 – 5000	15 – 30	II

Таблица 3

Средства контроля и автоматизации	Коэффициент относительной трудоёмкости, $k_{\text{от}}$
Датчики и измерительные приборы:	
– простые (технические манометры, термометры, термометры сопротивления и т.д.);	1,0
– сложные (дифманометры, датчики ГСП, датчики с электрическим и пневматическим выходом)	3,5
Регуляторы прямого действия простые (регуляторы температуры, давления, уровня и т.д.)	4,0
Регуляторы непрямого действия сложные (электронные, пневматические, электромеханические, гидравлические)	6,0
Вторичные приборы, регуляторы приборного типа (дифтрансформаторные приборы, мосты, потенциометры и т.д.)	10,0
Исполнительные механизмы (клапаны, задвижки, пневмо-, электро-, и гидроприводы)	3,0
Электромагнитные реле, кнопки, сигнальная арматура и т.д.	0,02
Специализированные блоки питания	10,0
	40,0



Квалификация обслуживающего персонала определяется разрядом работ на текущее обслуживание, ремонты, поверку, наладку и установку (табл. 5).

Исходными данными для расчёта численности и квалификации персонала службы КИПиА является парк приборов.

3. При определении структуры службы КИПиА следует помнить, что число ИТР определяется в зависимости от численности электромехаников и составляет 10 – 25 % от общей численности электромехаников. В число ИТР входят: руководители службы и её подразделений, сотрудники групп автоматизации, учёта, метролог и т.д. Во главе отделения эксплуатации с персоналом семь человек и более стоит мастер отделения, с персоналом менее семи человек – бригадир.

Для 1 категории службы КИПиА с персоналом 10 – 12 человек может быть выделена группа автоматизации (1–2 человека), которая наряду с другими работами занимается вопросами развития автоматизации.

На комплексах с парком приборов, требующих для обслуживания 4 – 7 человек, организуется лаборатория-мастерская КИПиА, которая выполняет все функции по ежедневному обслуживанию и ремонту.

#### 4. Периодичность выполнения проверок и ремонтов в году

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Текущий ремонт $P_i$	Капитальный ремонт $P_i$	Поверка $P_i$
<b>Приборы контроля и регулирования температуры</b>					
1	Термометры жидкостные стеклянные	А, Б	12	–	1
2	Термометры сопротивления	ТСМ	12	0,5	1
3	Регуляторы температуры прямого действия	РПД, РТ	6	1	2
4	Терморегуляторы	ТУДЭ-1, ТУДЭ-4	6	1	1
5	Регуляторы температуры электронные	ПТР-2, ПТР-3	6	1	1
6	Термометры манометрические с электрическим выходным сигналом	ТСМ-100	12	1	1
<b>Приборы для измерения давления</b>					
7	Манометры: технический	ОБМ	6	1	1
	самопишущий	МСТМ	12	1	1
	электроконтактный	ЭКМ	12	1	1
8	Реле давления	РД	6	1	1
<b>Приборы для измерения количества и расхода</b>					
9	Дифманометры: поплавковый	ДП	2	1	1
	мембранный с электрической передачей	ДМ	6	1	1
10	Диафрагмы камерные	ДКН	6	1	1
<b>Электроизмерительные приборы</b>					
11	Вольтметры	М-362	2	0,5	2
12	Счётчики	СО-2	2	0,5	2
<b>Приборы для измерения уровня</b>					
13	Сигнализаторы уровня	ЭСУ	12	1	1
14	Уровнемеры поплавковые	УДУ-5м	6	1	1
<b>Приборы для контроля свойства и состава вещества</b>					
15	Газоанализаторы	ГУЭК	12	1	1
16	Психрометры ртутные	–	12	1	1
<b>Электрическая аппаратура, сигнальные и защитные средства, вспомогательная аппаратура</b>					
17	Реле времени моторные	РВП	2	1	1
18	Электромагнитные реле	ПЭ-21	–	1	–
19	Сигнальная аппаратура, сирены сигнальные	АС-220	–	1	–
20	Трансформаторы понижающие	–	–	1	–
21	Пускатели магнитные	ПМ6-121	–	0,5	–
22	Кнопки управления	К-20	–	1	–
23	Электродвигатели	АОЛ2-22-4	12	–	–
24	Ящики силовые	ЩВ-ПР282	9	–	–
25	Выключатели концевые	ВК-220	9	–	–
26	Щиты управления	ЩУ-1ЩШМУ	9	–	–
27	Рубильники	Р-14	9	–	–
28	Предохранители	ПН-12	9	–	–
<b>Приборы для измерения механических величин</b>					
29	Весы: циферблатные	–	2	0,5	1

30	технические Разновесы	–	2	0,5	1
		–	2	1	1

Продолжение табл. 4

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Текущий ремонт $P_i$	Капитальный ремонт $P_i$	Поверка $P_i$
<b>Исполнительные механизмы</b>					
31	Исполнительные механизмы: моторные	МЭО	4	1	–
		–	4	1	–
32	Клапаны регулирующие: с электроприводом отсечные с электромагнитным приводом	15с922	4	1	–
		22кч8016к	12	1	–
<i>Вторичные приборы ГСП, преобразователи, средства вычислительной и измерительной техники</i>					
33	Вторичные приборы ГСП, специализированные блоки питания	ПКЦ, РП160, ДИСК250, серии А500	6	1	1
34	Промышленные компьютеры, микропроцессоры, контроллеры, модули	ADAM, I-7000, I-8000, I-87000 и т.п.	12	0,5	–

### 5. Нормы времени и разряд работ

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Нормы времени на						Разряд работы на					
			техническое обслуживание	текущий ремонт	капитальный ремонт	поверку	пуск и наладку	снятие и установку	техническое обслуживание	текущий ремонт	капитальный ремонт	поверку	пуск и наладку	снятие и установку
<b>Приборы для контроля и регулирования температуры</b>														
1	Термометры: жидкостные, стеклянные сопротивления манометрический с электрическим выходным сигналом	А,Б	0,5	0,15	–	1,0	–	–	3	3	–	4	–	–
		ТСМ	0,5	0,6	3,5	1,1	0,3	0,1	3	3	4	4	4	3
		ТМО-100	3,0	1,5	4,0	1,9	1,0	0,5	4	5	5	5	5	3
2	Регуляторы температуры: прямого действия электронные	РПД, РТ	2,5	2,0	4,0	–	1,0	0,8	4	4	5	–	5	3
		ПТР-2, ТУДЭ-1	3,0	2,5	4,0	1,0	3,0	0,5	4	4	5	5	4	3
3	Терморегуляторы	ТУДЭ-4	0,8	0,8	3,5	1,8	1,5	0,1	3	3	4	4	4	3
<b>Приборы для измерения давления</b>														
4	Манометры: технический самопишущий электроконтактный	ОБМ	1,0	0,2	1,0	0,2	0,1	0,1	3	3	3	4	3	3
		МСТМ	3,0	1,0	8,0	0,5	0,8	0,2	4	4	5	5	4	3
		ЭКМ	1,2	0,5	1,2	0,3	1,2	0,2	3	4	4	5	3	3
5	Реле давления	РД	1,2	1,0	3,0	0,2	0,2	0,2	3	3	4	4	4	3
<b>Приборы для измерения количества и расхода</b>														
6	Дифманометры: поплачковый мембранный с электропередачей	ДП	2,0	2,0	7,0	2,0	1,0	0,7	4	6	5	5	5	3
		ДМ	2,0	1,6	7,0	2,0	1,6	0,6	4	5	5	5	5	3
7	Диафрагмы камерные	ДКН	0,5	1,0	4,0	–	1,5	1,0	4	5	5	–	5	3

Продолжение табл. 5

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Нормы времени на						Разряд работы на					
			техническое обслуживание	текущий ремонт	капитальный ремонт	поверку	пуск и наладку	снятие и установку	техническое обслуживание	текущий ремонт	капитальный ремонт	поверку	пуск и наладку	снятие и установку
<b>Электроизмерительные приборы</b>														
8	Вольтметры	М-362	0,5	0,3	3	1	0,2	0,2	3	4	4	4	4	3
9	Счётчики	СО-2	0,5	0,3	3	1	0,2	0,2	3	4	4	4	4	3

<i>Приборы для измерения уровня</i>														
10	Сигнализаторы уровня	ЭСУ-1	1,8	2,0	5,0	1,0	1,5	1,0	4	4	5	5	6	3
11	Уровнемеры поплавковые	УЛУ-1	3,0	2,0	5,0	1,0	0,8	1,3	3	3	4	4	4	3
<i>Приборы для контроля состава и свойств вещества</i>														
12	Газоанализаторы	ГУЭК	4,0	2,5	15,0	2,5	3,0	1,5	5	6	5	6	5	3
13	Психрометры ртутные	–	2,0	3,0	4,0	0,2	3,0	0,3	3	5	5	4	5	3
<i>Приборы для измерения механических величин</i>														
14	Весы:													
	циферблатные	–	2,0	0,5	80,0	2,0	4,0	–	3	3	3	4	3	–
	технические	–	–	0,5	10,0	4,0	2,0	–	3	3	3	4	3	–
15	Разновесы		3,0	0,3	4,0	3,0	–	–	3	3	3	4	–	–
<i>Исполнительные механизмы</i>														
16	Исполнительные механизмы:													
	моторные	МЭО	2,5	2,0	8,0	–	1,0	0,8	3	3	3	–	3	3
	электромагнитные	–	2,5	2,0	5,5	–	1,0	0,8	3	3	3	–	3	3
17	Клапаны:													
	регулирующие с электрическим приводом	15с922	2,8	1,5	10,0	–	0,5	1,0	3	3	3	–	3	3
	отсечные с электромагнитным приводом	22кч8016к	2,5	1,0	5,5	–	0,5	1,0	3	3	3	–	3	3
<i>Электрическая аппаратура, сигнальные и защитные средства, вспомогательная аппаратура</i>														
18	Реле времени моторные	РВП	0,5	0,8	4,0	4,0	1,5	0,2	3	4	3	3	4	3
19	Электромагнитные реле	ПЭ-21	0,01	–	0,3	–	–	0,1	3	–	3	2	2	3
20	Сигнальная аппаратура, сирены сигнальные	АО-220	0,01	–	0,3	–	–	0,1	3	–	3	–	–	3
21	Трансформаторы понижающие	–	0,01	–	0,5	–	–	0,1	3	–	3	–	–	3
22	Пускатели магнитные	ПМЭ-121	0,01	–	0,5	–	–	0,2	3	–	3	–	–	3
23	Кнопки управления	К-20	0,01	–	0,3	–	–	0,1	3	–	3	–	–	3
24	Электродвигатели	АОЛ2-22-4	–	0,73	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–
25	Ящики силовые	ШВ-ПР282	–	0,8	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–
26	Выключатели концевые	ВК-220	–	0,3	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–
27	Щиты управления	ЩУ-1ЩШМУ	–	0,8	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–
28	Рубильники	Р14	–	0,5	–	–	–	–	–	3	–	–	–	–
29	Предохранители	ПН-12	–	0,1	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–
<i>Вторичные приборы ГСП, преобразователи, средства вычислительной и измерительной техники</i>														
30	Вторичные приборы ГСП, специализированные блоки питания	ПКЦ, РП160, ДИСК250, серии А500 и т.п.	3,0	2,0	8,0	1,0	1,5	1	4	4	5	5	1,5	1
31	Промышленные компьютеры, микропроцессоры, контроллеры, модули	ADAM, I-7000, I-8000, I-87000 и т.п.	3,0	2,0	8,0	–	1,5	1	4	4	5	–	1,5	1

4. Планово-предупредительные ремонты и профилактические мероприятия организуются для предупреждения выхода из строя аппаратуры и включают в себя комплекс технического обслуживания: ежедневное техническое обслуживание, которое специально не планируется и проводится ежедневно электромеханиками отделения эксплуатации; периодическое техническое обслуживание – проверки, текущий и капитальный ремонты – выполняются согласно плану-графику, который составляется на основании существующих норм с учетом условий эксплуатации (см. табл. 4).

При составлении графика обслуживания и ремонта необходимо обеспечить равномерную нагрузку электромехаников в течение всего года.

### Пример расчёта структуры и состава службы КИПиА

1. **Определение ориентировочной численности персонала службы.** Для определения ориентировочной численности персонала необходимо иметь оценку мощности парка приборов, т.е. число приведённых приборов.

$$N_{\text{пп}} = \sum_{i=1}^n N_i k_{\text{от}i},$$

где  $N_i$  – число приборов одного типа или наименования, шт.;  $k_{\text{от}i}$  – коэффициент относительной трудоёмкости прибора наименования;  $n$  – количество наименований (однотипных групп) приборов укрупнённой ведомости парка приборов.

Пользуясь табл. 3, определим  $k_{\text{от}i}$  для каждого прибора укрупнённой ведомости (табл. 6), рассчитаем  $N_{\text{пп}}$ . Промежуточные расчёты – в табл. 7.

$$\text{Число приведённых приборов } N_{\text{шт}} = \sum_{i=1}^{20} N_i k_{\text{от}i} = 1410.$$

По табл. 2 ориентировочная численность персонала службы КИПиА равна 4 – 15 человек.

**2. Определение численности и квалификации обслуживающего персонала по отделениям службы КИПиА при 41-часовой рабочей неделе с 15-дневным очередным отпуском.** По укрупненной ведомости парка приборов и нормам (табл. 4, 5) составляем табл. 8 расчёта затрат времени на техническое обслуживание КИПиА. В табл. 8 определены суммарные затраты времени на ежедневное обслуживание, текущий и капитальный ремонты, снятие и установку, пуск и наладку, поверку, которые входят в формулы для расчёта численности персонала по отделениям эксплуатации и ремонта службы КИПиА.

### 6. Укрупнённая ведомость парка КИПиА

№ п/п	Наименование	Марка, тип	Количество, шт.
<b>Приборы для контроля и регулирования температуры</b>			
1	Термометры жидкостные стеклянные	Б	50
2	Термометры сопротивления	ТСМ	75
3	Регуляторы температуры прямого действия	РПД	40
<b>Приборы для измерения давления и разряжения</b>			
4	Манометр технический	ОБМ	23
5	Манометры самопишущие	МСТМ	5
6	Манометры электроконтактные	ЭКМ	15
<b>Приборы для измерения количества и расхода</b>			
7	Дифманометры мембранные с электропередачей	ДМ	3
<b>Приборы для измерения уровня</b>			
8	Уровнемеры поплавковые	УДУ-5М	85
9	Сигнализаторы уровня электронные	ЭСУ-1	35
<b>Электроизмерительные приборы</b>			
10	Вольтметры	М-362	40
11	Счётчики	СО-2	17
<b>Электрическая аппаратура (сигнальная, защитная, вспомогательная)</b>			
12	Реле электромагнитные	–	520
13	Реле времени моторные	–	43
14	Трансформаторы понижающие	–	19
15	Магнитные пускатели	–	800
16	Сирены сигнальные	–	7
17	Кнопки	–	250
<b>Исполнительные механизмы</b>			
18	Моторные	МЭО	28
19	Клапаны электромагнитные	22кч801бк	43
20	Исполнительный механизм электромагнитный	–	10

В табл. 8, в графах 5, 8, 11, 14, 17, 20 даны дроби, в числителе которых указаны суммарные затраты времени, а в знаменателе – разряд работ на выполнение ежедневного обслуживания, ремонта, поверки, пуска и наладки, снятия и установки.

**Таблица 7**

№ п/п	Наименование	$N_i$	$k_{\text{от}i}$	$N_i k_{\text{от}i}$
1	Термометры жидкостные стеклянные	50	1,0	50
2	Термометры сопротивления	75	1,0	75
3	Регуляторы температуры прямого действия	40	4,0	160
4	Манометры	23	1,0	23
5	Манометры самопишущие	5	1,0	5
6	Манометры электроконтактные	15	1,0	15
7	Дифманометры мембранные	3	3,5	10,5
8	Уровнемеры поплавковые	85	4,0	340
9	Сигнализатор уровня электронный	35	6,0	210
10	Вольтметры	40	1,0	17
11	Счётчики	17	1,0	17
12	Реле электромагнитные	520	0,02	10,4
13	Реле времени моторные	43	0,02	0,86
14	Трансформаторы понижающие	19	10	190

15	Магнитные пускатели	800	0,02	0,16
16	Сирены сигнальные	7	0,02	0,14
17	Кнопки	250	0,02	–
18	Исполнительные механизмы моторные	28	3,0	84
19	Клапаны электромагнитные	43	3,0	129
20	Исполнительные механизмы электромагнитные	10	8,0	30

Расчёт численности электромехаников отделения эксплуатации КИПиА выполняется по формуле:

$$A_{я} = \frac{k_3 \sum_{i=1}^n N_i t_i}{T_{см}}$$

где  $A_{я}$  – явочная численность дежурных электромехаников;  $\sum_{i=1}^n N_i t_i$  – суммарные затраты времени на ежедневное обслуживание всего парка приборов (человек-мин), рассчитанные в табл. 8;  $k_3 = 1,1$  – коэффициент запаса, учитывающий выполнение непредвиденных работ, не предусмотренных нормами времени;  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены.

Принимаем  $T_{см} = 480$  минут. Тогда

$$A_{я} = \frac{1,1 \cdot 810,96}{480} = 1,86.$$

Таблица 8

№ п/п	Наименование	Количество $N_i$ , шт.	Ежедневное обслуживание		Текущий ремонт		Капитальный ремонт			Снятие и установка		Пуск и наладка		Проверка					
			$t_i$ человек-мин. в сутки	$N_i t_i$ человек-мин в сутки	$t_i$ человек-ч	$P_i$	$N_i P_i$ человек-ч	$t_i$ человек-ч	$P_i$	$N_i P_i$ человек-ч	$t_i$ человек-ч	$P_i$	$N_i P_i$ человек-ч	$t_i$ человек-ч	$P_i$	$N_i P_i$ человек-ч			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Приборы для контроля и регулирования температуры</b>																			
1	Термометры жидкостные стеклянные, тип Б	50	0,5	25/III	0,3	12	180/III	22	–	–	–	–	–	–	–	–	1,0	1	50/III
2	Термометры сопротивления	75	0,5	37,5/III	0,6	12	540/III	3,5	0,5	131/IV	0,1	0,5	3,75/III	0,3	0,5	11,3/IV	1,1	1	82,5/IV
3	Регуляторы температуры прямого действия, РПД	40	2,5	100/IV	2,0	6	480/VI	40	1	160/V	0,8	1	32/III	1,0	1	40/V	–	–	–
<b>Приборы для измерения давления и разрежения</b>																			
4	Манометры, ОБМ	23	1,0	23/III	0,2	6	27,6/III	1,0	1	23/III	0,1	1	2,3/III	0,1	1	2,3/III	0,2	1	4,6/IV
5	Манометры самопишущие, МСПМ	5	3,0	15/VI	1,0	12	60/IV	4,0	1	160/V	0,3	1	32,0/III	1,8	1	4,0/IV	0,5	1	2,5/V
6	Манометры электроконтактные, ЭКМ	15	1,2	18/III	0,5	12	90/IV	1,2	1	18/IV	0,2	1	3,0/III	1,2	1	18/III	0,3	1	4,5/V
<b>Приборы для измерения количества и расхода</b>																			
7	Дифманометры мембранные с электропередачей	3	2,0	6/IV	1,6	6	28,8/VI	7,0	1	21/V	0,6	1	1,8/III	1,6	1	4,8/V	2,0	1	6,0/V
<b>Приборы для измерения уровня</b>																			
8	Уровнемеры поплавковые, УДУ-5М	85	3,0	255/III	2,0	6	1020/III	5,0	1	425/IV	0,8	1	68/III	1,3	1	110,5/IV	1,0	1	85/IV
9	Сигнализаторы уровня электронные, ЭСУ-1	35	1,8	63/IV	2,0	12	840/IV	5,0	1	175/V	1,0	1	35/III	1,5	1	52,5/IV	1,0	1	35/V
<b>Электроизмерительные приборы</b>																			
10	Вольтметры, М-362	40	0,5	20/III	0,3	2	24/IV	3,0	0,5	60/IV	0,2	0,5	4,0/III	0,2	0,5	6,0/IV	1,0	2	80/IV
11	Счётчики, СО-2	17	0,5	8,5/III	0,3	2	10,2/IV	3,0	0,5	26,5/IV	0,2	0,5	1,7/III	0,2	0,5	1,7/IV	1,0	2	34/IV

Продолжение табл. 8

№ п/п	Наименование	Количество $N_i$ , шт.	Ежедневное обслуживание		Текущий ремонт		Капитальный ремонт			Снятие и установка		Пуск и наладка		Проверка					
			$t_i$ человек-мин. в сутки	$N_i t_i$ человек-мин в сутки	$t_i$ человек-ч	$P_i$	$N_i P_i$ человек-ч	$t_i$ человек-ч	$P_i$	$N_i P_i$ человек-ч	$t_i$ человек-ч	$P_i$	$N_i P_i$ человек-ч	$t_i$ человек-ч	$P_i$	$N_i P_i$ человек-ч			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Электрическая аппаратура</b>																			
12	Реле электромагнитные	520	0,01	5,2/III	–	–	–	0,3	1	156/III	0,1	1	52/III	–	–	–	–	–	–
13	Реле времени моторные	43	0,5	21,5/III	0,8	2	68,8/IV	4,0	1	172/III	0,2	1	86/III	1,5	1	64,5/IV	4,0	1	172/III
14	Трансформаторы понижающие	19	0,01	0,19/III	–	–	–	0,5	1	9,5/III	0,1	1	1,9/III	–	–	–	–	–	–
15	Магнитные пускатели	800	0,01	8,0/III	–	–	–	0,5	0,5	200/III	0,2	0,5	80/III	–	–	–	–	–	–
16	Сирены сигнальные	7	0,01	0,07/III	–	–	–	0,3	1	2,1/III	0,1	1	0,7/III	–	–	–	–	–	–

17	Кнопки	250	0,01	2,5/III	-	-	-	0,3	1	75/III	0,1	1	25/III	-	-	-	-	-	
<b>Исполнительные механизмы</b>																			
18	Моторные, МЭО	28	2,5	70/III	2,0	4	224/III	1,0	1	224/III	0,8	1	22,4/III	1,0	1	28/III	-	-	-
19	Клапаны электромагнитные, 22кч8016к	43	2,5	107,5/III	1,0	12	516/III	5,5	2	473/III	1,0	2	86/III	0,5	2	43/III	-	-	-
20	Исполнительный механизм электромагнитный	10	2,5	25,3/III	2,0	4	80/III	5,5	1	55/III	0,8	1	8,0/III	1,0	1	10/III	-	-	-
				626,96			2587,6			1389,6			1437			101,3			222
				184			1573			659,5			-			196			286,1
				-			-			476			-			44,8			48
				-			28,8			-			-			52,5			-
				810,96			4189,4			25251			1437			394,6			556,1

Списочная численность персонала, учитывающая все случаи невыхода на работу, предусмотренные законом, определяется по формуле:

$$A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}},$$

где  $K_{\text{с}}$  – переходный коэффициент, или коэффициент списочного штата рабочих. Он определяется делением номинального фонда рабочего времени (Н) на эффективный фонд рабочего времени (Э) одного работника в год.

$$K_{\text{с}} = \frac{H}{\Theta}.$$

При 41-часовой рабочей неделе эти показатели равны:  $H = 2075$  часов,  $\Theta = 1832$  часа (при 15-дневном очередном отпуске).

$$K_{\text{с}} = \frac{2075}{1832} = 1,13, \quad A_{\text{сп}} = 1,86 \cdot 1,13 = 2,1.$$

Принимаем три электромеханика по отделению эксплуатации.

Расчёт численности электромехаников отделения ремонта КИПиА выполняется по формуле:

$$A_{\text{я}} = \frac{k_3 \sum_{i=1}^n N_i t_i P_i}{H},$$

где  $\sum_{i=1}^n N_i t_i P_i$  – суммарные затраты времени на текущий и капитальный ремонты, пуск и наладку, снятие и установку, поверку (см. табл. 8).

$$\sum_{i=1}^n N_i t_i P_i = 4189,4 + 25,10 + 437,95 + 394,6 + 556,1 = 8102,25;$$

$$A_{\text{я}} = \frac{8102,25 \cdot 1,1}{2075} = 4,295.$$

Списочная численность персонала службы КИПиА

$$A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}} = 4,29 \cdot 1,13 = 4,85.$$

Принимаем пять электромехаников по отделению ремонта.

Для определения квалификации персонала необходимо подсчитать суммарные затраты времени на выполнение работ по разрядам (см. табл. 5 и 8).

Так, по отделению эксплуатации суммарные затраты времени на выполнение работ по III разряду определяем по табл. 8:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{n=16} N_i t_i &= 25 + 37,5 + 23 + 18 + 255 + 20 + 8,5 + 5,2 + 21,5 + 0,19 + 8,0 + 0,07 + \\ &+ 2,5 + 70 + 107,5 + 25 = 627. \end{aligned}$$

По IV разряду:

$$\sum_{i=1}^{n=4} N_i t_i = 100 + 15 + 6 + 63 = 184,$$

где  $n$  – количество приборов, техническое обслуживание которых выполняет электромеханик III разряда или IV разряда.

Определим численность персонала отделения эксплуатации, работающего по III и IV разрядам.

По III разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{627 \cdot 1,1}{480} = 1,44; \quad A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}} = 1,44 \cdot 1,13 = 1,82.$$

Принимаем двух электромехаников III разряда.  
По IV разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{184 \cdot 1,1}{480} = 0,42; \quad A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}} = 0,42 \cdot 1,13 = 0,47.$$

Следовательно, по отделению эксплуатации можно принять на работу трёх электромехаников, из них одного электромеханика IV разряда и двух электромехаников III разряда.

По отделению ремонта суммарные затраты времени на выполнение работ по техническому обслуживанию КИПиА определяются по III, IV, V, VI разрядам из табл. 8.

По III разряду:

$$\sum_{i=1}^{42} N_i t_i P_i = 2587,6 + 1389,6 + 437,5 + 101,3 + 222 = 4737,55.$$

По IV разряду:  $\sum_{i=1}^{24} N_i t_i P_i = 1573 + 659,5 + 196 + 286,1 = 2714,6.$

По V разряду:  $\sum_{i=1}^{10} N_i t_i P_i = 476 + 44,8 + 48 = 568.$

По VI разряду:  $\sum_{i=1}^2 N_i t_i P_i = 28,8 + 52,5 = 81,3.$

Определяем численность персонала отделения ремонта, работающего по соответствующим разрядам:

По III разряду:  $A_{\text{я}} = \frac{4737,55 \cdot 1,1}{2075} = 2,52; \quad A_{\text{сп}} = 2,52 \cdot 1,13 = 2,84.$

По IV разряду:  $A_{\text{я}} = \frac{2714,6 \cdot 1,1}{2075} = 1,44; \quad A_{\text{сп}} = 1,44 \cdot 1,13 = 1,63.$

По V разряду:  $A_{\text{я}} = \frac{568 \cdot 1,1}{2075} = 0,302; \quad A_{\text{сп}} = 0,302 \cdot 1,13 = 0,34.$

По VI разряду:  $A_{\text{я}} = \frac{81,3 \cdot 1,1}{2075} = 0,0431; \quad A_{\text{сп}} = 0,0431 \cdot 1,13 = 0,0487.$

Так как по отделению ремонта можно принять на работу пять электромехаников, то принимаем трёх электромехаников III разряда, одного электромеханика IV разряда и одного электромеханика V разряда.

**3. Определение структуры службы КИПиА.** Определим численность инженерно-технических работников (ИТР) из условия, что их число составляет 25 % от общего числа электромехаников ( $N$ ).

Определим общее число электромехаников:

$$N = Э + Р = 3 + 5 = 8.$$

где Э – число электромехаников отделения эксплуатации; Р – число электромехаников отделения ремонта.

Таким образом, численность ИТР – два человека.

Административно-хозяйственное и техническое руководство подразделениями службы осуществляет ее руководитель (начальник). Поскольку на предприятиях I категории служба КИПиА состоит из небольших отделений эксплуатации и ремонта, организация унифицированных подразделений нецелесообразна.

Отделение эксплуатации представляет собой бригаду дежурных слесарей по КИПиА, отделение ремонта – мастерскую, выполняющую все ремонтные, монтажные и поверочно-наладочные работы. Структура службы КИПиА имеет вид, показанный на рис. 3.

**4. Составление графика планово-предупредительных ремонтов и профилактических мероприятий.** График ремонтных работ и проверок приборов и средств автоматизации составляем, пользуясь табл. 8.

График составляется на один календарный год с разбивкой на кварталы. В верхней части клетки указывается вид работы, выполняемой в начале месяца, в нижней – в конце (табл. 9).

Рекомендуется проверку, текущий ремонт и капитальный ремонт обозначать соответственно буквами П, Тр, Кр.





14	Трансформаторы понижающие								Кр				
15	Магнитные пускатели												Кр
16	Сирены сигнальные											Кр	
17	Кнопки										Кр		
18	Исполнительные механизмы моторные, МЗО			Тр						Кр			
19	Клапаны электромагнитные, 22кч801бк	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр
20	Исполнительный механизм электромагнитный						Кр						

### ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

В исходном задании ФСА [5, 6] показана в упрощённом варианте. Необходимо эту схему выполнить развёрнутым способом.

#### **ВАРИАНТ 1**

Составить функциональную схему автоматизации процесса адсорбции с неподвижным слоем адсорбента [5, с. 190 – 192].

#### *Вариант 2*

Составить функциональную схему автоматизации получения соляной кислоты заданной концентрации при абсорбции газообразного хлористого водорода водой. **Примечание:** автоматизированную систему регулирования (АСР) концентрации рабочего раствора принять одноконтурной [6, с. 329 – 331].

#### *Вариант 3*

Составить функциональную схему автоматизации процесса ректификации [5, с. 171 – 185].

#### *Вариант 4*

Составить функциональную схему автоматизации получения соляной кислоты заданной концентрации при абсорбции газообразного хлористого водорода водой. **Примечание:** АСР концентрации рабочего раствора выбрать комбинированной двухконтурной [6, с. 329 – 331].

#### *Вариант 5*

Составить функциональную схему управления системой приточной вентиляции с калорифером, обогреваемым горячей водой [5, с. 285 – 287].

#### *Вариант 6*

Составить функциональную схему автоматизации очистки газовой смеси от вредных примесей абсорбентом [6, с. 329 – 331].

#### *Вариант 7*

Составить функциональную схему автоматизации каландра [5, с. 263 – 267].

#### *Вариант 8*

Составить функциональную схему автоматизации сушки влажного продукта в конвейерной сушилке. Регулирование влажности сухого продукта осуществляется изменением скорости транспортёра [5, с. 196–197].

#### *Вариант 9*

Составить функциональную схему управления системой теплоснабжения [5, с. 284].

#### *Вариант 10*

Составить функциональную схему автоматизации процесса термоокислительного пиролиза метана [6, с. 313 – 316].

#### *Вариант 11*

Составить функциональную схему автоматизации процесса формования изделий из реактопластов [5, с. 280 – 282].

#### *Вариант 12*

Составить функциональную схему автоматизации выпаривания [6, с. 326 – 328].

#### *Вариант 13*

Составить функциональную схему автоматизации процесса мокрой очистки газов [5, с. 149 – 151].

#### *Вариант 14*

Составить функциональную схему автоматизации сушки влажного материала в противоточной барабанной сушилке [5, с. 195 – 197].

*Вариант 15*

Составить функциональную схему автоматизации процесса отстаивания [5, с. 141 – 144].

*Вариант 16*

Составить функциональную схему автоматизации процесса вулканизации резиновых изделий в туннельных вулканизаторах [5, с. 278].

*Вариант 17*

Составить функциональную схему автоматизации процесса нагревания [5, с. 154 – 158].

*Вариант 18*

Составить функциональную схему автоматизации процесса формования и вулканизации резиновых изделий на прессах с электрическим обогревом [5, с. 274 – 277].

*Вариант 19*

Составить функциональную схему автоматизации вальцов [5, с. 262–263].

*Вариант 20*

Составить функциональную схему автоматизации процесса кристаллизации [5, с. 168 – 170].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ функциональной схемы автоматизации и расчёт структуры службы эксплуатации контрольно-измерительных приборов и средств автоматики : метод. указ. / сост. : А.А. Чуриков, А.Е. Бояринов, Г.В. Шишкина. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 32 с.
2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справ. пособие / под ред. А.С. Ключева. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Емельянов, А.И. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами / А.И. Емельянов, О.В. Капник. – М. : Энергоиздат, 1983. – 400 с.
4. Промышленные приборы и средства автоматизации : справ. пособие / под ред. В.В. Черенкова. – Л. : Машиностроение, 1987. – 847 с.
5. Голубятников, В.А. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности / В.А. Голубятников, В.В. Шувалов. – М. : Химия, 1985. – 325 с.
6. Казаков, А.В. Основы автоматики и автоматизации химических производств / А.В. Казаков, М.В. Кулаков, Ю.А. Мелюшев. – М. : Машиностроение, 1970. – 295 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 1. Форма перечня к чертежу общего вида щита и схеме внешних соединений

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.	8 15
20	50	85	10		8 15
185					

### 2. Форма таблиц

а) К функциональной схеме автоматизации

Обозначение	Наименование	8 15
40	185	8 15

б) К чертежу общего вида щита

№ надп.	Надпись	Кол.	8 15
15	67	10	8 15
92			

### ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ТГТУ 200503.012
<b><i>КУРСОВОЙ ПРОЕКТ</i></b>
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫПАРИВАНИЯ РАСТВОРА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ
Иванов И.И., группа Г-52

Размер этикетки 65 × 100 мм (не печатается).

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра АСП

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой  
Мищенко С.В.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту по курсу «Проектирование систем контроля и  
управления технологическими процессами»

НА ТЕМУ: «ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ  
КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫПАРИВАНИЯ РАСТВОРА  
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ»

**АВТОР КУРСОВОГО ПРОЕКТА:  
ПА Г-52**

**ИВАНОВ И.И. ГРУП-**

Руководитель курсового проекта:

Чуриков А.А.

ПРОЕКТ ЗАЩИЩЁН:

ОЦЕНКА:

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра АСП

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой  
Мищенко С.В.

**ЗАДАНИЕ**  
**на курсовой проект**

**СТУДЕНТ ИВАНОВ И.И. ВАРИАНТ 12 ГРУППА Г-52**

1. ТЕМА: ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫПАРИВАНИЯ РАСТВОРА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

2. Срок представления проекта к защите

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.

3. Перечень разделов пояснительной записки

3.1. Введение

3.2. Описание технологического процесса

3.3. Описание схемы автоматизации технологического процесса

3.4. Описание внешнего вида щита контроля и регулирования

3.5. Описание схемы внешних соединений

3.6. Расчет структуры и состава службы КИПиА

3.7. Заключение

3.8. Список используемых источников

3.9. Спецификация оборудования

4. Перечень графического материала

4.1. Выпаривание серной кислоты. Схема автоматизации функциональная

4.2. Щит контроля уровня и давления в выпарном аппарате. Вид общий

4.3. Щит контроля уровня и давления в выпарном аппарате. Схема внешних соединений

Руководитель курсового проекта:

Чуриков А.А.

Задание принял к исполнению:

Иванов И.И.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	2
1. Описание технологического процесса выпаривания .....	3
2. Описание схемы автоматизации технологического процесса выпаривания раствора серной кислоты .....	5
3. Описание внешнего вида щита контроля и регулирования уровня и давления в выпарном аппарате .....	7
4. Описание схемы внешних соединений .....	8
5. Расчёт структуры и состава службы КИПиА .....	9
Заключение .....	17
Список используемых источников .....	18
Спецификация оборудования	
Приложение А. Выпаривание серной кислоты. Схема автоматизации функциональная	
Приложение Б. Щит контроля и регулирования уровня и давления в выпарном аппарате. Вид общий	
Приложение В. Щит контроля и регулирования уровня и давления в выпарном аппарате. Схема внешних соединений	

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Лит.	Лист	Листов		
Разраб.	Иванов И.И.			у	1	18		
Проверил	Чуриков А.А.			ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ВЫПАРИВАНИЯ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ			АСП, гр. Г-52	
Н. конт.				Пояснительная записка				
Утв.								

## ВВЕДЕНИЕ

В данном курсовом проекте необходимо описать технологический процесс выпаривания раствора серной кислоты, выполнить чертежи схемы автоматизации технологического процесса выпаривания развёрнутым способом с изображением полного состава элементов систем контроля и управления, внешнего вида щита контроля и регулирования, схему внешних соединений, разработать заказную спецификацию на используемые приборы и средства автоматизации, а также выполнить расчёт структуры и состава службы КИПиА, составить график планово-предупредительных ремонтов и профилактических мероприятий.

					ТГТУ.200503.012 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.			2

## 1. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫПАРИВАНИЯ

Выпаривание – типичный процесс химической технологии. Его сущность состоит в испарении части растворителя и увеличении благодаря этому концентрации упариваемого раствора. Задача управления выпарной установкой заключается в поддержании материального и теплового баланса установки и получении упаренного раствора заданной концентрации, с технической поддержкой системы автоматики, контроля и управления.

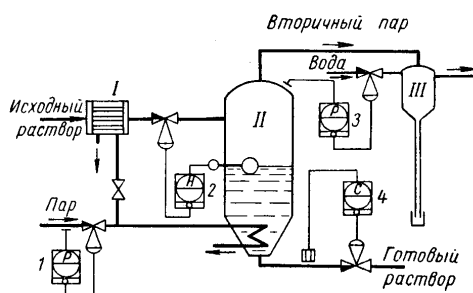


Рисунок 1 – Принципиальная схема автоматизации простой выпарной установки

Основные элементы простой выпарной установки – теплообменник *I*, в котором исходный раствор нагревается до температуры кипения, выпарной аппарат *II* (или несколько аппаратов, соединённых последовательно) и барометрический конденсатор *III*.

Материальный баланс установки поддерживается путём сохранения равенства между количеством растворённого вещества, поступающим с исходным раствором, и его количеством, выводимым с отходящим раствором. Обычно в выпарных аппаратах материальный баланс поддерживается регулятором уровня *2*, воздействующим на расход раствора, поступающего в аппарат. Такая схема позволяет стабилизировать уровень в каждом из последовательно работающих аппаратов.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	

ТГТУ.200503.012 ПЗ

Лист

3



При небольших возмущениях по расходу в качестве регулятора уровня можно использовать П-регуляторы, настроенные на малый предел пропорциональности и обладающие весьма большой статической погрешностью. Если возможны большие возмущения, то для регулирования уровня следует применять ПИ-регулятор.

Наиболее сложной является задача регулирования концентрации упаренного раствора. Обычно регулятор концентрации *4* воздействует на клапан, который изменяет расход упаренного раствора на выходе из аппарата (или на выходе из последнего выпарного аппарата батареи). Если концентрация уменьшается по сравнению с заданным значением, то клапан уменьшает расход готового раствора. При этом возрастает время пребывания раствора в аппарате и, следовательно, концентрация его увеличивается. Если концентрация превышает заданную величину, то происходят обратные процессы.

Как объект регулирования концентрации выпарная установка обладает большой инерцией и запаздыванием. Поэтому в качестве регуляторов концентрации целесообразно использовать ПИ-регуляторы и ПИД-регуляторы.

Для стабилизации процесса выпаривания необходимо поддерживать постоянное давление в линии греющего пара, поступающего в теплообменник *I* и греющую камеру выпарного аппарата, что осуществляется регулятором давления *I*. Кроме того, необходимо поддерживать заданное разрежение в аппарате, что достигается регулированием расхода охлаждающей воды, поступающей в барометрический конденсатор *III*, с помощью регулятора *3*.

Технологический процесс выпаривания раствора серной кислоты показан на функциональной схеме автоматизации, изображённой на чертеже ТГТУ.200503.012 А2 КП.

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>			4

## 2. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫПАРИВАНИЯ РАСТВОРА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Функциональная схема автоматизации ТГТУ.200503.012 А2 КП является проектным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления процессом.

Функциональная схема автоматизации выполняется без масштаба, при помощи условных обозначений приборов и средств контроля, не содержит конструктивных подробностей, а технологическое оборудование изображается упрощенно при возможности соответственно своей конфигурации. На схеме показывается технологическое оборудование, последовательно распределенное в соответствии с техническим процессом, технологические коммуникации, органы управления, средства контроля и автоматизации и взаимные связи между ними. Не показываются на функциональной схеме автоматизации вспомогательные устройства: блоки питания, преобразователи, предохранители, выключатели и т.п. Все приборы и средства автоматизации показываются условными обозначениями по ГОСТ 21405–85. Условные обозначения трубопроводов показываются в соответствии с ГОСТ 2784–96.

В трубопроводе поддерживается заданное давление греющего пара 8 кПа с помощью преобразователя давления Сапфир-22ДИВ-2150 поз. 1а, одноточечного показывающего и регистрирующего прибора Диск-250-4221 поз. 1б, регулятора аналогового Р17.01 поз. 1в, блока управления БУ12 поз. 1г, преобразователя электропневматического ЭПП-М поз. 1д и регулирующего пневматического клапана 25нж32нж поз. 1е.

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<b>Лист</b>
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>			<b>5</b>

В выпарном аппарате поддерживается заданное разрежение –3кПа с помощью преобразователя давления Сапфир-22ДИВ-2330 поз. 3а, одноточечного показывающего и регистрирующего прибора Диск-250-4221 поз. 3б, регулятора аналогового Р17.01 поз. 3в, блока управления БУ12 поз. 3г, преобразователя электропневматического ЭПП-М поз. 3д и пневматического клапана 25нж32нж поз. 3е, регулирующего расход охлаждающей воды, поступающей в барометрический конденсатор 3.

В выпарном аппарате поддерживается постоянный уровень 1 м с помощью преобразователя уровня Сапфир-22ДУ-ВН поз. 2а, одноточечного показывающего и регистрирующего прибора Диск-250-4221 поз. 2б, регулятора аналогового Р17.01 поз. 2в, блока управления БУ12 поз. 2г, преобразователя электропневматического ЭПП-М поз. 2д и пневматического клапана 25нж32нж поз. 2е, регулирующего расход раствора серной кислоты, поступающего в выпарной аппарат 2 из теплообменника 1.

В трубопроводе поддерживается заданная концентрация готового раствора 94 % с помощью концентратомера бесконтактного низкочастотного КНЧ-1М-2 поз. 4а, одноточечного показывающего и регистрирующего прибора Диск-250-4221 поз. 4б, регулятора аналогового Р17.01 поз. 4в, блока управления БУ12 поз. 4г, преобразователя электропневматического ЭПП-М поз. 4д и пневматического клапана 25нж32нж поз. 4е, регулирующего расход готового раствора.

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<b>Лист</b>
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>			<b>6</b>

### 3. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ ВНЕШНЕГО ВИДА ЩИТА КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ И ДАВЛЕНИЯ В ВЫПАРНОМ АППАРАТЕ

Схема внешнего вида щита контроля и регулирования уровня и давления в выпарном аппарате выполняется в соответствии с ОСТ 36.13–90 «Щиты и пульты системы автоматизации технологических процессов».

На чертеже ТГТУ.200503.012 ВО КП изображена лицевая панель щита. Данный щит является шкафным, малогабаритным с правой дверью, высотой 1000 мм, шириной 800 мм, глубиной 600 мм. На схеме щит выполнен в масштабе 1 : 10.

На лицевой панели щита расположены приборы, позволяющие контролировать и управлять процессом выпаривания раствора серной кислоты, а именно: два вторичных прибора Диск-250-4221 поз. 2б и 3б и два блока управления поз. 2г и 3г, поясняющие надписи к ним, выполненные на специальных рамках.

На схеме внешнего вида щита контроля и регулирования уровня и давления в выпарном аппарате приборы показаны упрощённо в виде внешних очертаний сплошными линиями по ГОСТ 2.303–88.

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>			7

#### 4. ОПИСАНИЕ СХЕМЫ ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ

Схема внешних соединений ТГТУ.200503.012 Э5 КП выполнена в соответствии с РМ 4-6-84. Схема внешних соединений – это схема соединения приборов и средств контроля соответствующими линиями связи, показывающими характер соединения, их длину, маркировку, наличие промежуточных коммутационных элементов, тип элемента контроля, находящегося непосредственно в технологии. Она чертится без масштабов с использованием условных обозначений. Все датчики на схеме внешних соединений показываются в соответствии с ГОСТ 21.404-85. Провода и кабели показываются сплошной линией толщиной до 1 мм, и в разрыве ставится окружность с позиционным номером. Позиционные номера для электрических проводов обозначаются как 1, 2, 3, ..., для трубных проводов – 01, 02, 03, ... Все проводки обычно показываются вертикально.

Для электрических и трубных проводов указывается маркировка проводов и кабелей, количество жил в кабеле, сечение и длина линий связи. Количество рабочих жил в кабеле показывается в прямоугольнике.

Для контроля уровня и давления в выпарном аппарате применяются преобразователи Сапфир-22ДУ-ВН поз. 2а и Сапфир-22ДИВ-2330 поз. 3а, которые подключены к вторичным приборам Диск-250-4221 поз. 2б и 3б, расположенным в щите контроля и регулирования уровня и давления в выпарном аппарате.

На схеме внешних соединений ТГТУ 200503.012.Э5.КР показаны контрольные кабели КВВГ 5 × 1,5 с четырьмя медными жилами и изоляцией из поливинилхлоридного пластиката, КВВГЭ 4 × 0,75 и АКВВГ 4 × 2,5 с четырьмя медными жилами и изоляцией из поливинилхлоридного пластика и пневматическая трубка ПнП 8 × 1,6.

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>			<b>8</b>

## 5. РАСЧЁТ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА СЛУЖБЫ КИПиА

### 5.1. Определение ориентировочной численности персонала службы

Для определения ориентировочной численности персонала необходимо иметь оценку мощности парка приборов, т.е. число приведённых приборов

$$N_{\text{пп}} = \sum_{i=1}^n N_i k_{\text{от}i},$$

где  $N_i$  – число приборов одного типа или наименования, шт.;  $k_{\text{от}i}$  – коэффициент относительной трудоёмкости прибора наименования;  $n$  – количество наименований (однотипных групп) приборов укрупнённой ведомости парка приборов.

Пользуясь табл. 3 методических указаний, определим  $k_{\text{от}i}$  для каждого типа приборов и рассчитаем  $N_{\text{пп}}$ .

Таблица 1

№	Наименование	Марка, тип	$N$ , шт.	$k_{\text{от}i}$	$N_i k_{\text{от}i}$
1	Преобразователи измерительные	Сапфир	36	3,5	126
2	Концентратомеры бесконтактные низкочастотные	КНЧ-1М	12	3,5	42
3	Вторичные приборы	Диск-250	48	10	480
4	Регуляторы аналоговые	Р 17.01	48	6	288
5	Блоки управления	БУ 12	48	10	480
6	Электропневматические преобразователи	ЭПП-М	48	3	144
7	Клапаны пневматические	25нж32нж	48	3	144

Число приведённых приборов  $N_{\text{пп}} = 1704$ .

По табл. 2 методических указаний ориентировочная численность персонала службы КИПиА равна 4 – 15 человек, относится к службе эксплуатации первой категории.

Таблица 2

№ п/п	Наименование	Количество N, шт.	Ежедневное обслуживание			Текущий ремонт			Капитальный ремонт			Снятие и установка			Пуск и наладка			Проверка		
			$t_b$ , мин	$M_b$ , мин	$N_b/P_b$ , ч	$t_b$ , ч	$P_b$	$N_b/P_b$ , ч	$t_b$ , ч	$P_b$	$N_b/P_b$ , ч	$t_b$ , ч	$P_b$	$N_b/P_b$ , ч	$t_b$ , ч	$P_b$	$N_b/P_b$ , ч	$t_b$ , ч	$P_b$	$N_b/P_b$ , ч
1	Сапфир	36	3,0	108/IV	1,0	6	216/IV	8,0	1	288/V	0,2	1	7,2/III	0,8	1	18,8/IV	0,5	1	18/V	
2	КНЧ-1М	12	4,0	48/V	2,5	12	360/VI	15,0	1	180/V	1,5	1	18/III	3,0	1	36/IV	2,5	1	30/VI	
3	Диск-250	48	4,0	192/V	2,5	6	720/VI	15,0	1	720/V	1,5	1	72/III	3,0	1	144/IV	2,5		240/VI	
4	РС29	48	3,0	144/IV	2,5	6	720/VI	4,0	1	192/V	0,5	1	24/III	3,0	1	144/IV	1,0	2	96/V	
5	БУ12	48	3,0	144/IV	2,5	6	720/VI	4,0	1	192/V	0,5	1	24/III	3,0	1	144/IV	1,0	21	48/V	
6	ЭПП-М	48	3,0	144/IV	1,0	6	288/IV	8,0	1	384/V	0,2	1	9,6/III	0,8	1	38,4/IV	0,5	1	24/V	
7	25нж32нж	48	2,8	134/III	1,5	12	864/III	4,0	2	384/III	1,0	2	96/III	0,5	2	48/III	-	-	-	
	III разряд			134,4			864			384			250,8			48			-	
	IV разряд			540			1944			-			-			355,2			-	
	V разряд			240			-			1956			-			180			186	
	VI разряд			-			1080			-			-			-			270	
	Общая сумма			914,4			3888			2340			250,8			583,2			456	

				<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>										<b>Лист</b>					
														<b>10</b>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.																

## 5.2. Определение численности и квалификации обслуживающего персонала по отделениям службы КИПиА

По укрупнённой ведомости и табл. 4, 5 составляем табл. 2 расчёта затрат времени на техническое обслуживание КИПиА.

В табл. 2 определены суммарные затраты времени на ежедневное обслуживание, текущий и капитальный ремонты, снятие и установку, пуск и наладку, проверку, которые входят в формулы для расчёта численности персонала по отделениям эксплуатации и ремонта службы КИПиА.

Расчёт численности электромехаников отделения эксплуатации КИП и А выполняется по формуле:

$$A_{\text{я}} = \frac{k_3 \sum_{i=1}^n N_i t_i}{T_{\text{см}}},$$

где  $A_{\text{я}}$  – явочная численность персонала;  $\sum_{i=1}^n N_i t_i$  – суммарные затраты времени на ежедневное обслуживание всего парка приборов (мин), рассчитанные в табл. 2;  $k_3 = 1,1$  – коэффициент запаса, учитывающий выполнение непредвиденных работ, не предусмотренных нормами времени;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность рабочей смены. Принимаем  $T_{\text{см}} = 480$  мин. Тогда

$$A_{\text{я}} = \frac{1,1 \cdot 914,4}{480} = 2,1.$$

Списочная численность персонала, учитывающая все случаи невыхода на работу, предусмотренные законом, определяется по формуле:

$$A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_c,$$

где  $K_c$  – переходный коэффициент, или коэффициент списочного штата рабочих. Он определяется делением номинального фонда рабочего времени (Н) на эффективный фонд рабочего времени (Э) одного работника в год.

$$K_c = \frac{H}{\text{Э}} = \frac{2075}{1832} = 1,13; \quad A_{\text{сп}} = 2,1 \cdot 1,13 = 2,37.$$

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>			<b>11</b>



Принимаем трёх электромехаников в группу эксплуатации.  
 Расчёт численности электромехаников отделения ремонта КИПиА выполняется по формуле:

$$A_{\text{я}} = \frac{k_3 \sum_{i=1}^n N_i t_i P_i}{H},$$

где  $\sum_{i=1}^n N_i t_i P_i$  – суммарные затраты времени на текущий и капитальный ремонты, пуск и наладку, снятие и установку, поверку (табл. 2).

$$\sum_{i=1}^n N_i t_i P_i = 3888 + 2340 + 250,8 + 583,2 + 456 = 7518 ;$$

$$A_{\text{я}} = \frac{7518 \cdot 1,1}{2075} = 3,985 .$$

Списочная численность персонала группы ремонта

$$A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_c = 3,985 \cdot 1,13 = 4,5 .$$

Принимаем пять электромехаников по отделению ремонта.  
 Для определения квалификации персонала необходимо подсчитать суммарные затраты времени на выполнение работ по разрядам.

Так, по отделению эксплуатации суммарные затраты времени на выполнение работ по III разряду определяем по табл. 2:

$$\sum_{i=1}^{n=1} N_i t_i = 134,4 .$$

По IV разряду:

$$\sum_{i=1}^{n=4} N_i t_i = 540 .$$

По V разряду:

$$\sum_{i=1}^{n=2} N_i t_i = 240 ,$$

где  $n$  – количество приборов, техническое обслуживание которых выполняют электромеханики III, IV или V разрядов.

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>			12

Определим численность персонала отделения эксплуатации, работающего по III, IV и V разрядам.

По III разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{134,4 \cdot 1,1}{480} = 0,308 ;$$

$$A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}} = 0,308 \cdot 1,13 = 0,348 .$$

По IV разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{540 \cdot 1,1}{480} = 1,2375 ;$$

$$A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}} = 1,2375 \cdot 1,13 = 1,398 .$$

По V разряду:

$$A_{\text{я}} = \frac{240 \cdot 1,1}{480} = 0,55 ;$$

$$A_{\text{сп}} = A_{\text{я}} K_{\text{с}} = 0,55 \cdot 1,13 = 0,622 .$$

Так как по отделению эксплуатации можно принять на работу трёх электромехаников, принимаем одного электромеханика III разряда, одного электромеханика IV разряда и одного электромеханика V разряда.

По отделению ремонта суммарные затраты времени на выполнение работ по техническому обслуживанию КИПиА определяются по III, IV, V, VI разрядам из табл. 2.

$$\text{По III разряду: } \sum_{i=1}^{10} N_i t_i P_i = 1546,8 .$$

$$\text{По IV разряду: } \sum_{i=1}^8 N_i t_i P_i = 2299,2 .$$

$$\text{По V разряду: } \sum_{i=1}^{12} N_i t_i P_i = 2322 .$$

$$\text{По VI разряду: } \sum_{i=1}^4 N_i t_i P_i = 1350 .$$

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>			<b>13</b>



Отделение эксплуатации представляет собой бригаду дежурных слесарей по КИПиА, отделение ремонта – мастерскую, выполняющую все ремонтные, монтажные и поверочно-наладочные работы. Структура службы КИПиА имеет вид, показанный на рис. 2.



Рисунок 2 – Структура службы КИПиА

#### 5.4. Составление графика планово-предупредительных ремонтов и профилактических мероприятий

График ремонтных работ и проверок приборов и средств автоматизации составляется на один календарный год с разбивкой на кварталы. В верхней части клетки указывается вид работы, выполняемой в начале месяца, в нижней – в конце.

Рекомендуется проверку, текущий ремонт и капитальный ремонт обозначать соответственно буквами П, Тр, Кр.

Месяц Наименование	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
	Преобразователи измерительные Сапфир		Тр		Тр		Тр		Тр		Тр	
	Кр				П							
Концентраметры бесконтактные низкочастотные	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр
							Кр					П
Вторичные приборы Диск-250	Тр		Тр		Тр		Тр		Тр		Тр	
	П	Кр					П					
Регуляторы аналоговые Р17.01	П						П			Кр		
	Тр		Тр		Тр		Тр		Тр		Тр	
Блоки управления БУ12	Тр		Тр		Тр		Тр		Тр		Тр	
			Кр			П						
Электропневматические преобразователи									П			Кр
		Тр		Тр		Тр		Тр		Тр		Тр
Исполнительные механизмы пневматические	Кр						Кр					
	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр	Тр

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
------	------	----------	-------

ТГТУ.200503.012 ПЗ

Лист

16

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном курсовом проекте на основе технологического процесса разработана система автоматизированного контроля и управления технологических параметров процесса выпаривания раствора серной кислоты, разработана функциональная схема автоматизации процесса выпаривания на основе современных отечественных и зарубежных средств автоматизации, при этом разработана рабочая документация на щит контроля и управления процессом выпаривания, его схема внешних соединений и заказная спецификация на используемые приборы и средства автоматизации.

Для грамотной эксплуатации предлагаемой системы контроля и управления необходим коллектив служащих, численность и квалификация которых в соответствии с нормами Гоструда рассчитаны и определены, при этом составлен график планово-предупредительных ремонтов и профилактических мероприятий.

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>			17

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Казаков, А.В. Основы автоматики и автоматизации химических производств / А.В. Казаков, М.В. Кулаков, Ю.А. Мелюшев. – М. : Машиностроение, 1970.
2. Промышленные приборы и средства автоматизации : справ. пособие / под ред. В.В. Черенкова. – Л. : Машиностроение, 1987.
3. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справ. пособие / под ред. А.С. Клюева. – М. : Энергоатомиздат, 1990.
4. Анализ функциональной схемы автоматизации и расчёт структуры службы эксплуатации контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации : метод. указ. / сост. : А.А. Чуриков, А.Е. Бояринов, Г.В. Шишкина. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002.
5. ГОСТ 21.404–85. «Обозначения условные в схемах автоматизации технологических процессов».
6. ОСТ 36.13–90. «Щиты и пульты систем автоматизации технологических процессов».

					<b>ТГТУ.200503.012 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>			<b>18</b>

Позиция	Наименование и техническая характеристика оборудования и материалов, завод-изготовитель	Тип, марка оборудования	Единица измерения		Код завода-изготовителя	Код оборуд. материала	Цена единицы, тыс. р.	Количество	Масса ед. оборуд.
			Наименование	Код					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1. Оборудование и материалы, поставляемые заказчиком								
	1.1. Приборы и средства автоматизации								
	Давление пара в трубопроводе – 8 кПа, разрежение в аппарате № 2 – 3 кПа								
1а, 3а	Преобразователь давления в унифицированный токовый сигнал, пределы измерения – 12,5...12,5 кПа, выходной сигнал 0..5 мА. Изготовитель – Московское ПО «Манометр»	Сапфир-22ДИВ-2330	шт.					2	
1б, 2б 3б, 4б	Одноточечный показывающий и регистрирующий прибор с записью информации на дисковой диаграмме в полярных координатах. Выходной сигнал 0...5 мА. Изготовитель – завод «Теплоприбор», г. Челябинск	Диск-250-4221	шт.					4	
1в, 2в	Регулятор аналоговый. Входной сигнал 0...5 мА	P17.01	шт.					4	
3в, 4в	Изготовитель – Московский прибор тепловой автоматики								

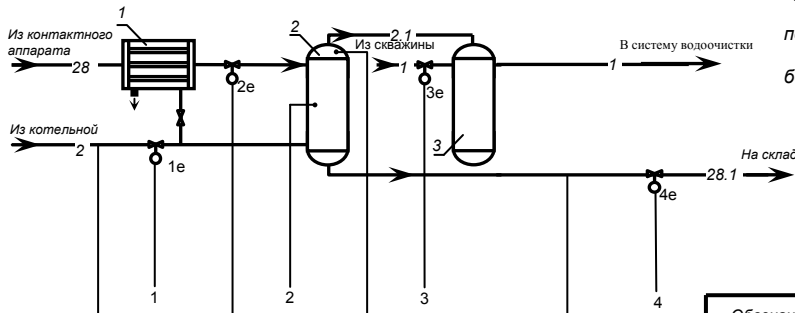
				<b>ТГТУ.200503.012 СО КП</b>		
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подп.</b>	<b>Спецификация оборудования</b>		
<b>Разраб.</b>		<b>Иванов И.И.</b>				
<b>Проверил</b>		<b>Чуриков А.А.</b>				
<b>Н. конт.</b>						
<b>Утв.</b>						
				<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
				1	2	2
				АСП, гр. Г-52		





ТГТУ.072000.012 А2 КП

- Примечания:
1. Приборы и средства автоматизации изображены в соответствии с ГОСТ 21.404-85.
  2. Условные обозначения трубопроводов выполнены в соответствии с ГОСТ 2.784-96.
  3. Дополнительные условные обозначения трубопроводов:
    - 2.1 — вторичный пар
    - 28 — исходный раствор серной кислоты
    - 28.1 — готовый раствор серной кислоты

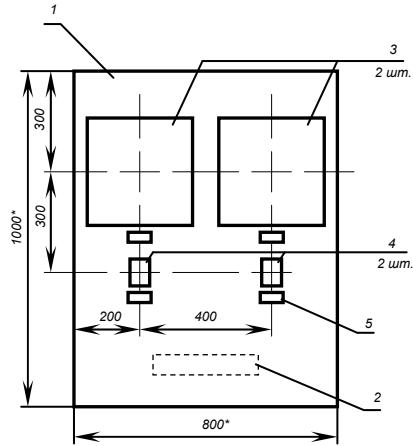


Обозначение	Наименование	Прим.
1	Теплообменник	
2	Выпарной аппарат	
3	Барометрический конденсатор	

Приборы по месту	PI 1а	LT 2а	PT 3а	QT 4а								
Щит преобразователей	PI 1в	LI 2в	PI 3д	QI 4д								
ОПКиУ	PIR 1б	PC 1в	HC 1г	HC 2г	LC 2в	LIR 2б	PIR 3б	PC 3в	HC 3г	QIR 4б	QC 4в	HC 4г

ТГТУ.200503.012 А2 КП				Лист	Масса	Масшт.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Выпаривание серной кислоты		
Разраб.	Иванов И.И.			Схема автоматизации функциональная		
Проверил	Чуриков А.А.			Лист	Листов	
Т.конт.				АСП, зр. Г-52		
Н.конт.						
Уте.						

ТГТУ.072000.012 ВО КП



№ надп.	Текст надписи	Кол.
	Рамка 66×26	
1	Уровень в аппарате № 2	1
2	Давление в аппарате № 2	1
3	Регулирование уровня в аппарате № 2	1
4	Регулирование давления в аппарате № 2	1

Примечания:

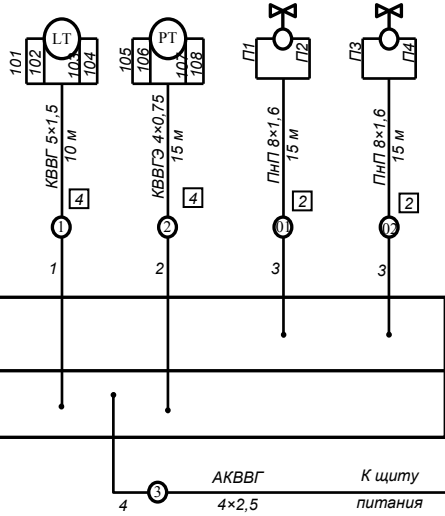
- Щит выполнен в соответствии с ОСТ 36.13-90.
- Масштаб 1 : 10.
- Относящиеся чертежи:  
схема автоматизации функциональная  
ТГТУ.200503.012 А2 КП

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
		<u>Стандартные изделия</u>		
1		Щит ЩШМ-ПД-I-(1000×800×600)- -УХЛ4-IP30-ОСТ 36.13-90	1	
2		Блок зажимов ЗН18-2521205У2	1	
		<u>Прочие изделия</u>		
3	2б, 3б	Прибор вторичный ДИСК-250	2	
4	2г, 3г	Блок управления БУ12	2	
5		Рамка для надписей 66×26	4	

ТГТУ.200503.012 ВО КП				Лит.	Масса	Масштаб
Ил.	Лист	№ докум.	Подп.	Щит контроля и регулирова- ния уровня и давления в выпарном аппарате. Вид общий		
Разраб.	Иванов И.И.					
Проверил	Чуриков А.А.					
Т. конт.						
И. конт.				Лист	Листов	1 : 10
Уте.				АСП, гр. Г-52		

ТГТУ.072000.012 Э5 КП

Наименование параметра и место отбора импульса	Уровень в аппарате № 2	Давление в аппарате № 2	Регулирование уровня в аппарате № 2	Регулирование давления в аппарате № 2
Обозначение монтажного чертежа				
Тип и марка прибора	Салфир-22ДУ-ВН	Салфир-22ДИ-2150	25нж32нж	25нж32нж
Позиция	2а	3а	2е	3е



- Примечания:
7. Элементы автоматизации изображены в соответствии с ГОСТ 21.404–85.
  8. Электрические проводки выполнены в соответствии с РМ 4-6–84.
  9. Относящиеся чертежи:
    - а. Схема автоматизации функциональная ТГТУ.200503.012 А2 КП
    - б. Щит контроля уровня и давления в выпарном аппарате. Вид общий ТГТУ.200503.012 ВО КП

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
<u>Материалы</u>				
1	1	Кабель КВВГ 5×1,5 ГОСТ 1508–78	10 м	
2	2	Кабель КВВГЭ 4×0,75 ГОСТ 1508–78	15 м	
3	01, 02	Трубка ПнП 8×1,6 ГОСТ 18599–83	30 м	
4	3	Кабель АКВВГ 4×2,5 ГОСТ 1508–78	15 м	

ТГТУ.200503.012 Э5 КП				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Щит контроля и регулирования уровня и давления в выпарном аппарате.		
Разраб.	Иванов И.И.			Схема внешних соединений		
Провер.	Чуриков А.А.			Лист	Листов	
Т. конт.						
И. конт.				АСП, гр. Г-52		