

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

**Методические указания**

для студентов

по выполнению курсового проекта

по МДК 04.01 «Теоретические основы разработки и моделирования несложных  
систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов»

профессионального модуля

ПМ.04 «Разработка и моделирование несложных систем  
автоматизации с учетом специфики технологических процессов»

программы подготовки специалистов среднего звена

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств

(по отраслям)

Методические указания для выполнения курсового проекта разработаны в соответствии рабочей программой профессионального модуля ПМ.04 «Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов» на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) и содержат требования по подготовке, выполнению и проверке результатов проектирования.

Методические указания по выполнению курсового проекта адресованы студентам очной формы обучения.

#### РАЗРАБОТЧИКИ:

Елена Георгиевна Константинова, преподаватель высшей категории;  
Светлана Петровна Ванислава, преподаватель.


Данные методические указания  
являются собственностью

© ЧПОУ «Газпром Техникум Новый Уренгой»

Рассмотрены на заседании кафедры  
электротехнических специальностей и  
рекомендованы к применению

Протокол № 5 от « 18 » января 2017 г.

Заведующий кафедрой

 Е. Г. Константинова  
Зарегистрированы в реестре банка программной,  
оценочной и учебно-методической  
документации

Регистрационный номер 334.11.4(КТ). МП. ПМ.04.  
КЭР. 001-18.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1. Порядок выполнения курсового проекта.....	8
2. Защита курсового проекта.....	10
3. Требования к оформлению курсового проекта .....	10
4. Критерии оценки курсового проекта при защите .....	10
5 Содержание разделов пояснительной записки проекта .....	12
6 Содержание и некоторые правила оформления графической части .....	18
Список используемых источников .....	37
Лист согласования .....	39

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Уважаемый студент!**

Методические указания по МДК.04.01 «Теоретические основы разработки и моделирования несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов» для выполнения курсового проекта созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к заданиям по курсовому проекту, правильного составления пояснительной записки и графической части.

Приступая к выполнению курсового проекта, Вы должны внимательно прочитать задание, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме задания курсового проекта.

Все задания к разделам курсового проекта Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе выполнения результаты по приведенной методике.

Пояснительную записку и графическую часть курсового проекта Вы должны выполнить по приведенному алгоритму в соответствии с данным методическим указанием и оформить их в соответствии с руководством по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ (дипломных проектов) для технических специальностей.

Наличие положительной оценки по курсовому проекту необходимо для допуска к квалификационному экзамену по модулю ПМ 04, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за задание Вы должны найти время для его выполнения.

Выполнение курсового проекта направлено на достижение следующих **целей:**

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

- формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения профессионального модуля. Освоенные на занятиях умения по курсовому проектированию в совокупности с усвоенными знаниями и полученным практическим опытом при прохождении учебной и производственной практики формируют профессиональные компетенции;
- совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации, которые соответствуют общим компетенциям, перечисленным в ФГОС СПО.

Предусмотрено проведение 15 аудиторных занятий по курсовому проектированию для очной формы обучения.

**Образовательные результаты, подлежащие проверке в ходе выполнения курсового проекта -**

в ходе освоения МДК.04.01 «Теоретические основы разработки и моделирования несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов» и выполнения курсового проекта у студента формируются *практический опыт и компетенции*:

**ПО**

ПО 1	разработки и моделирования несложных систем автоматизации и несложных функциональных блоков мехатронных устройств и систем
------	--

**ПК**

ПК 4.1	Проводить анализ систем автоматического управления с учетом специфики технологических процессов
ПК 4.2.	Выбирать приборы и средства автоматизации с учетом специфики технологических процессов.

ПК 4.3.	Составлять схемы специализированных узлов, блоков, устройств и систем автоматического управления.
ПК 4.4.	Рассчитывать параметры типовых схем и устройств.
ПК 4.5.	Оценивать и обеспечивать эргономические характеристики схем и систем автоматизации.

## ОК

ОК1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК2	Организовать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК.3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК.4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК.5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК.7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчинённых), результат выполнения заданий
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК.9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

*умения:*

У 1.	определять наиболее оптимальные формы и характеристики систем управления;
У 2.	составлять структурные и функциональные схемы различных систем автоматизации, компонентов мехатронных устройств и систем управления;
У 3.	применять средства разработки и отладки специализированного программного обеспечения для управления технологическим оборудованием, автоматизированными и мехатронными системами;
У 4.	составлять типовую модель автоматической системы регулирования

	(далее АСР) с использованием информационных технологий;
У 5.	рассчитывать основные технико-экономические показатели, проектировать мехатронные системы и системы автоматизации с использованием информационных технологий;

*знания:*

Зн. 1.	назначение элементов и блоков систем управления, особенности их работы, возможности практического применения, основные динамические характеристики элементов и систем элементов управления;
Зн. 2.	назначение функциональных блоков модулей мехатронных устройств и систем, определение исходных требований к мехатронным устройствам путем анализа выполнения технологических операций;
Зн. 3.	технические характеристики элементов систем автоматизации и мехатронных систем, принципиальные электрические схемы;
Зн. 4.	физическую сущность изучаемых процессов, объектов и явлений, качественные показатели реализации систем управления, алгоритмы управления и особенности управляющих вычислительных комплексов на базе микроконтроллеров и микроЭВМ;
Зн. 5.	основы организации деятельности промышленных организаций;
Зн. 6.	основы автоматизированного проектирования технических систем

**Внимание!** Если в процессе подготовки к курсовому проекту или при решении задач проекта у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий. Время проведения дополнительных занятий можно узнать в открытом информационном пространстве Техникума.

**Желаем Вам успехов!!!**

## 1. Порядок выполнения курсового проекта

Программой модуля ПМ 04 предусмотрено 15 аудиторных занятий по курсовому проектированию, которые проводятся в форме консультаций. В конце проектирования студентом должна быть сдана пояснительная записка и графическая часть на проверку преподавателю. Студенты с правильно выполненными курсовыми проектами допускаются к защите проекта. Курсовые проекты, содержащие ошибки, отдаются студентам на доработку после чего также допускаются к защите.

Примерный план аудиторных занятий курсового проекта следующий:

Номер занятия	Содержание	Кол-во часов	Дом. задание
1	Выдача заданий на курсовое проектирование. Введение.	2	Введение
2	1 Общая часть 1.1 Описание технологического процесса	2	П. 1.1
3	1.2 Краткая характеристика технологического оборудования, характеристика применяемых в процессе материалов.	2	П. 1.2
4	2 Специальная часть 2.1 Обоснование выбора регулируемых параметров и каналов внесения регулирующих воздействий	2	П.2.1
5	2.2 Обоснование выбора контролируемых и сигнализируемых параметров	2	П.2.2
6	2.3 Обоснование выбора мероприятий по защите и блокировке	2	П.2.3
7	2.4 Обоснование выбора системы управления	2	П.2.4
8	2.5 Обоснование выбора средств автоматизации	2	П.2.5
9	Обоснование выбора средств автоматизации	2	П.2.5
10	2.6 Расчёты автоматических устройств	2	П.2.6
11	Расчёты автоматических устройств	2	П.2.6
12	2.7 Описание функциональной схемы автоматизации	2	П.2.7
13	2.8 Описание схемы электрической принципиальной	2	П.2.8
14	Оформление пояснительной записки курсового проекта	2	Пояснительная записка
15	Оформление графической части курсового проекта	2	Лист 1 Лист 2



При выполнении курсового проекта необходимо воспользоваться:

- методическим указанием по выполнению курсового проекта
- руководством по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ (дипломных проектов) для технических специальностей

Примерная тематика курсовых проектов по модулю:

- 1 Разработка системы автоматизации абсорбционной осушки газов.
- 2 Разработка системы автоматизации адсорбционной осушки газов.
- 3 Разработка системы контроля и регулирования параметров ГПА.
- 4 Разработка системы антипомпажного регулирования ГПА.
- 5 Разработка системы автоматизации процесса стабилизации конденсата.
- 6 Разработка системы автоматизации процесса деэтанзации конденсата.
- 7 Разработка системы получения дизельного топлива.
- 8 Разработка системы огневой регенерации диэтиленгликоля.
- 9 Разработка системы автоматизации водоснабжения газового промысла.
- 10 Разработка системы приточно-вытяжной вентиляционной установки.
- 11 Разработка системы автоматизации компрессорной воздушной установки низкого давления.
- 12 Разработка системы автоматизации флотационной установки.
- 13 Разработка системы водоотведения.
- 14 Разработка системы автоматизации канализационно-очистных сооружений.
- 15 Разработка системы низкотемпературной сепарации газа.
- 16 Разработка системы автоматизации азотной станции.
- 17 Разработка системы автоматизации установки подогрева нефти.
- 18 Разработка системы автоматизации сбора и удаления промышленных стоков.
- 19 Разработка системы телемеханического дистанционного управления исполнительными механизмами.
- 20 Разработка системы автоматизации газомоторного компрессора ГПА.

## 2. Защита курсового проекта

Защита курсового проекта проводится в форме устного доклада студента о проделанной работе с последующими его ответами на вопросы преподавателя по теме курсового проекта.

## 3. Требования к оформлению курсового проекта

Пояснительная записка курсового проекта оформляется на листах формата А4, сшивается в папку того же размера. Графическая часть курсового проекта должна содержать не менее 2 листов формата А1 с изображением различных схем, графиков, таблиц и т.п.

Основные требования к оформлению пояснительной записки и графической части курсового проекта изложены в руководстве по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ (дипломных проектов) для технических специальностей

## 4. Критерии оценки курсового проекта при защите

Критерий оценивания	Оценка			
	«5»	«4»	«3»	«2»
Своевременность выполнения работы	В соответствии с графиком или с его опережением	В соответствии с графиком или до 2 дней позже	Задержка в 1 неделю и более	Принес готовый курсовой проект в день защиты
Оформление ПЗ	Ни одного исправления Текст, таблицы, рамки и рисунки оформлены в соответствии с требованиями	До 2-х исправлений Текст, таблицы, рамки и рисунки оформлены в соответствии с требованиями	Более 2-х исправлений Текст, таблицы, рамки и рисунки оформлены в соответствии с требованиями	Текст, таблицы, рамки и рисунки не соответствуют требованиям

Оформление ГЧ	Ни одного исправления Текст, таблицы, рамки и рисунки оформлены в соответствии с требованиями	До 2 исправлении Текст, таблицы, рамки и рисунки оформлены в соответствии с требованиями	Более 2 исправлении Текст, таблицы, рамки и рисунки оформлены в соответствии с требованиями	Текст, таблицы, рамки и рисунки не соответствуют с требованиями
Содержание специальной части проекта,	Материал соответствует заявленной теме, расчеты верные, мысли сформулированы кратко, четко, грамотно	Материал соответствует заявленной теме, расчеты не верные, мысли сформулированы кратко, четко, грамотно	Материал соответствует заявленной теме, расчеты не верные, мысли сформулированы спутано, громоздко, ненаучно	Материал не соответствует заявленной теме
Доклад (время, владение материалом)	Есть в наличии текст доклада и его план. Уложился в 5 мин. Докладчик материалом владеет. Свободно оперирует профессиональным и терминами	Есть в наличии текст доклада и его план. Не уложился в 5 мин. Докладчик материалом владеет. Свободно оперирует профессиональным и терминами	Есть в наличии текст доклада и его план. Уложился или не уложился в 5 мин. Докладчик материалом владеет. С трудом выговаривает термины и формулирует технические предложения	Нет в наличии текста доклада и его плана. Уложился или не уложился в 5 мин. Докладчик материалом не владеет.
Ответы на вопросы комиссии	Ответил на 3 вопроса	Ответил на 2 вопроса	Ответил на 1 вопрос	Ни на один вопрос не ответил

## **5 Содержание разделов пояснительной записки проекта**

### **Введение**

Пояснения к выполнению введения:

1 Роль данной отрасли промышленности в экономике страны, перспективы её развития.

2 Состояние и задачи автоматизации данного производства, её роль в интенсификации производства. Перспективы развития автоматизации.

3 Конкретные сведения, раскрывающие содержание специальной части проекта.

### **1 Общая часть**

Пояснения к выполнению общей части:

#### **1.1 Описание технологического процесса**

При описании технологического необходимо отразить следующую информацию: целевое назначение процесса; физико-химические основы процесса; описание технологического процесса с указанием оптимальных значений параметров и их допустимых отклонений.

#### **1.2 Характеристика технологического оборудования**

Для более полной характеристики технологического процесса целесообразно представить конструктивные характеристики отдельных аппаратов, их основные технические данные (принцип работы, производительность). Далее дается характеристика применяемых в процессе

материалов с точки зрения взрыво- и пожароопасности, агрессивности, токсичности и определение классов взрыво- и пожароопасных зон проектируемого объекта.

### 1.3 Характеристика объекта автоматизации

При анализе объекта автоматизации необходимо рассмотреть основные показатели эффективности технологического процесса. Цель управления технологическим процессом. Дается также характеристика динамических свойств объекта, возмущающих воздействий на объект автоматизации.

## 2 Специальная часть

Пояснения к выполнению общей части:

### 2.1 Обоснование выбора регулируемых параметров и каналов внесения регулирующих воздействий

По результатам анализа, проведенного в общей части, если запаздывание в объекте невелико, то в качестве регулируемого параметра выбирается основной показатель эффективности. Однако реальные технологические процессы инерционны, поэтому делается анализ и возможности устранения возмущающих воздействий до объекта.

Если не все возмущения удаётся устранить до объекта или имеют место внутренние возмущения процесса, ищутся пути регулирования режимных параметров.

Если не удаётся осуществить урегулирование режимных параметров с достаточной точностью, то в качестве регулируемых величин выбираются параметры, характеризующие готовый продукт.

При выборе регулируемого параметра необходимо рассмотреть влияние этого параметра на основные показатели эффективности, причины их изменения в ходе процесса, наличие серийно выпускаемых средств для измерения этого параметра, возможность выбора канала для внесения регулирующего воздействия.

## 2.2 Обоснование выбора контролируемых и сигнализируемых параметров

Необходимо выявить параметры, текущие значения которых облегчает пуск, наладку и ведение технологического процесса. Это прежде всего регулируемые параметры, нерегулируемые режимные параметры, входные параметры, при изменении которых в объект могут поступать возмущающие воздействия, выходные параметры характеризующие конечный продукт.

Контролю подлежат также параметры, значения которых необходимы для подсчета технико-экономических показателей.

Сигнализации подлежат все параметры, изменения которых могут привести к аварии, несчастному случаю или серьёзному нарушению технологического режима.

## 2.3 Обоснование выбора мероприятий по защите и блокировке

Разрабатываются мероприятия по автоматической защите и блокировке.

Средства автоматической защиты должны срабатывать при изменении тех параметров, отклонение которых за заданные пределы могут вызвать аварии и несчастные случаи. Это прежде всего концентрация взрывоопасных веществ в воздухе производственного помещения, давление в аппаратах.

Средства автоматической защиты должны срабатывать также в случае прекращения подачи одного из продуктов в технологический аппарат, при выходе из строя оборудования, при попадании между движущимися частями оборудования механических предметов.

Устройства автоматической блокировки должны предотвращать неправильный пуск и остановку машин и аппаратов, а также исключать возможность проведения последующих операций, если не выполнены предыдущие.

## 2.4 Обоснование выбора системы управления

При выборе системы управления необходимо решать, с каких мест те или иные участки объекта будут управляться, где будут размещены пункты управления, операторские помещения и какова должна быть взаимосвязь между ними, т.е. необходимо решать вопрос выбора структуры управления.

Структурная схема системы управления может быть изображена на листе пояснительной записки или же на листе графической части проекта. Для рассредоточенных объектов, таких, как предприятия нефтегазовой отрасли в настоящее время применяют SCADA-системы. Задачей таких систем является обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления функциями большого числа распределенных устройств, часто находящихся далеко друг от друга и от пульта оператора. Количество возможных устройств, работающих под управлением систем диспетчерского контроля и управления может достигать нескольких сотен. Для таких систем наиболее характерной задачей является сбор и передача данных, которая реализуется с помощью дистанционно расположенных терминальных устройств (RTU). Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформы.

## 2.5 Обоснование выбора средств автоматизации

При разработке управляющей системы следует использовать преимущественно приборы и средства автоматизации, входящие в Государственный реестр средств измерений.

При выборе следует учитывать пожароопасность производства, требования к качеству регулирования, протяженность соединительных линий. Затем даётся обоснование выбора конкретных автоматических устройств.

При выборе автоматических устройств необходимо учитывать следующее:

- физико-химические свойства среды;
- требования к быстродействию и точности системы автоматического контроля и регулирования;
- пределы измерения параметров;
- количество измеряемых величин;
- наличие средств автоматизации, серийно выпускаемых отечественной промышленностью;
- экономические соображения.

Каждому выбранному средству автоматизации необходимо дать краткую характеристику.

При выборе устройств используется [3], [5], [6], каталоги производителей средств автоматизации.

Кроме средств автоматизации полевого уровня выбору подлежат локальные контроллеры (PLC), которые могут обеспечить реализацию следующих функций:

- сбор, первичную обработку и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- самодиагностика работы программного обеспечения и состояния самого PLC;
- обмен информацией с пунктами управления.



Так как информация в контроллерах предварительно обрабатывается и частично используется на месте, существенно снижаются требования к пропускной способности каналов связи. Для выбора PLC можно использовать данные, размещенные на сайтах отечественных и зарубежных производителей.

Широкий спектр типоразмеров контроллеров, которые способны обрабатывать до тысяч переменных выбираются с учетом программных пакетов.

После выбора контроллеров нижнего уровня целесообразно приступить к выбору контроллеров верхнего уровня. В зависимости от поставленной задачи контроллеры верхнего уровня (концентраторы, коммуникационные контроллеры) реализуют различные функции:

- сбор данных с локальных контроллеров;
- обработка данных, масштабирование данных;
- поддержание единого времени в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- организация архивов по выбранным параметрам;
- обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем;
- работа в автономном режиме при нарушениях связи с верхним уровнем;
- резервирование каналов передачи данных и др.

Все аппаратные средства системы управления объединены между собой каналами связи. На нижнем уровне контроллеры взаимодействуют с датчиками и исполнительными механизмами, а также с терминалами удаленного и распределенного ввода-вывода с помощью специализированных сетей удаленного ввода-вывода и полевых шин.

Связующим звеном между локальными контроллерами и контроллерами верхнего уровня являются управляющие сети. При выполнении данного раздела проекта необходимо отразить, каким образом происходит информационный обмен в проектируемой системе управления.

## 2.6 Расчёты автоматических устройств

По заданию на курсовое проектирование производится выбор расчётным путём сужающего устройства [3], регулирующего клапана, плавких предохранителей или автоматического выключателя [5], трансформатора [4].

Расчёту также подлежат измерительная схема моста или потенциометра [10], настроечные параметры регулятора [3], расход воздуха на питание приборов и диаметров коллекторов сжатого воздуха для КИП.

Каждый расчет должен заканчиваться выводом.

## 2.7 Описание функциональной схемы автоматизации

Описывается работа проектируемой системы автоматического контроля и регулирования. Рассматриваются локальные контуры регулирования. Перечисляются параметры сигнализируемые, контролируемые, регулируемые. Также указываются параметры, передаваемые на АРМ оператора.

## 2.8 Описание схемы электрической принципиальной

Указывается целевое назначение схем, напряжение питания и средства защиты, режимы работы. Затем приводится последовательность срабатывания элементов схемы в различных режимах (пуск, номинальные режимы работы, останов, блокировки технологические, электрические).

# 6 Содержание и некоторые правила оформления графической части

## 6.1 Правила выполнения функциональных схем автоматизации

Функциональная схема систем автоматизации технологических процессов является основным техническим документом, определяющим

структуру и характер систем автоматизации технологических процессов, а также оснащение их приборами и средствами автоматизации.

Функциональные схемы должны учитывать:

- состав и содержание задач по контролю и управлению технологическими процессами;

- организацию пунктов контроля и управления, взаимосвязь между местными системами управления отдельными объектами и центральной системой управления, определенной структурной схемой.

- На функциональной схеме показываются:

- технологическая схема (схема цепи аппаратов) или упрощенное изображение агрегатов, подлежащих автоматизации, а при наличии блоков агрегатированного оборудования – их изображение в соответствии с рекомендациями, приведенными ниже;

- приборы, средства автоматизации и управления, изображаемые условными обозначениями по действующим стандартам, а также линии связи между ними;

- агрегатированные комплексы, машины централизованного контроля, управляющие вычислительные машины и т.п., линии связи их с датчиками, преобразователями, исполнительными механизмами и т.п., а также ручной ввод данных в машину;

- таблица условных обозначений, не предусмотренных действующими стандартами;

- необходимые пояснения к схеме.

На функциональных схемах автоматизации измерительные приборы, установленные по месту, обозначаются окружностью, а приборы, установленные на щите или пульте — окружностью, разделенной горизонтальным диаметром. Диаметр окружности 10 мм. В обоих случаях в верхней части заглавными буквами латинского алфавита указываются обозначения измеряемых величин, функций и функциональных признаков, в

нижней - номер позиции в схеме.

Обозначения измеряемых величин: *D*—плотность; *E*—любая электрическая величина; *F*— расход; *G*—размер, Положение, перемещение; *H*—ручное воздействие; *K*— время, временная программа; *L*—уровень; *M*—влажность; *P*—давление, вакуум; *Q*—качество (состав, концентрация и т. п.); *R*—радиоактивность; *S*—скорость, частота; *T*—температура; *U* - несколько разнородных величин, измеряемых одним прибором; *V*— вязкость; *W*—масса; *X*— резервная буква.

Для уточнения значений измеряемой величины и указания ее пределов применяют обозначения: *D* — разность, перепад; *F*—соотношение, доля, дробь; *H* — верхний предел измеряемой величины; *I* — автоматическое переключение, обегание; *L* — нижний предел измеряемой величины; *Q* — интегрирование, суммирование по времени.

Функции, выполняемые приборами, обозначаются заглавными буквами латинского алфавита: *A* — сигнализация; *C* — регулирование, управление; *I* — показание; *R* — регистрация; *S* — включение, отключение, переключение.

Обозначения функциональных признаков приборов; *E* — первичный преобразователь; *T* — прибор с дистанционной передачей показаний; *K* — прибор со станцией управления; *Y*— преобразователь сигналов.

Расположение буквенных обозначений должно быть слева направо в следующем порядке:

- 1) обозначение основной измеряемой величины;
- 2) обозначение, уточняющее (если это необходимо) основную измеряемую величину;
- 3) обозначение (обозначения) функционального признака прибора.

Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации автоматического регулирования перепада давления приведен на рисунке 1.

Если прибор может выполнять несколько функций, порядок расположения буквенных обозначений функциональных признаков должен

быть следующим: J- показание; R- регистрация; С – регулирование (управление); S- включение, отключение, блокировка; А- сигнализация.

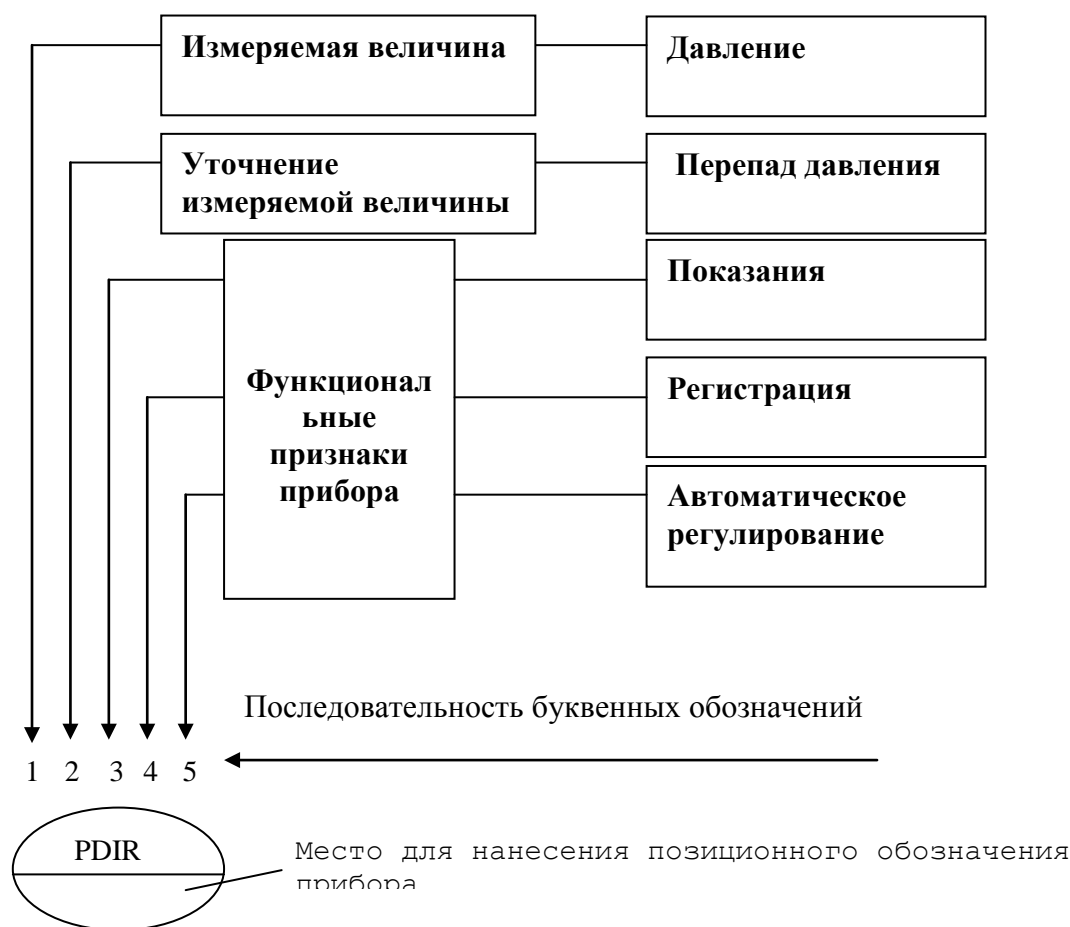


Рисунок 1 — Пример построения условного обозначения прибора

Последовательность буквенных обозначений должна быть следующей:

1) обозначение измеряемой величины; 2) обозначение, уточняющее измеряемую величину; 3) обозначение функционального признака. Если функций несколько, то их обозначения должны располагаться в следующем порядке: *IRCSA*.

В таблице 1 приведены примеры построения условных обозначений следующих приборов и средств автоматизации: 1 — первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (термоэлектрический преобразователь, термопреобразователь

сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.); 2—прибор для измерения температуры, показывающий, установленный по месту (термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.); 3 - прибор для измерения температуры, показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.); 4—прибор для измерения температуры, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо- или электропередачей); 5 — прибор для измерения температуры, одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр самопишущий, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.); 6 — прибор для измерения температуры с автоматическим обегавшим устройством, регистрирующий, установленный на щите (потенциометр многоточечный регистрирующий, мост автоматический и т. п.); 7 — прибор для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, потенциометр, мост автоматический и т. п.); 8—регулятор температуры, бесшкальный, установленный по месту (например, дилатометрический регулятор температуры); 9 —комплекс для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»); 10— прибор для измерения температуры, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное); 11—первичный прибор контроля температуры в системе ПА3; 12—ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ. АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, установленный на щите, включенный в контур ПА3; 13—байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите; 14— переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите; 15— прибор для измерения давления (разрежения), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напорометр, вакуумметр и т. п.); 16 — прибор для измерения перепада давления, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр
































































показывающий); 17 — прибор для измерения давления (разрежения), бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей); 18— прибор для измерения давления (разрежение) регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления); 19—прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления); 20—прибор для измерения давления (разрежение), показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.); 21 — первичный измерительный преобразователь для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.); 22 — прибор для измерения расхода, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей); 23 - прибор для измерения соотношения расходов, регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов); 24—прибор для измерения расхода, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр или ротаметр показывающий); 25—прибор для измерения расхода, интегрирующий, установленный по месту (любой счетчик-расходомер с интегратором); 26—прибор для измерения расхода, показывающий, интегрирующий, установленный по месту (например, показывающий дифманометр с интегратором); 27—массовый многопараметрический расходомер, обеспечивающий измерение расхода, температуры с аналоговым токовым выходом 4-20 мА; 28 — прибор для измерения расхода, интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (например, счетчик-дозатор); 29—первичный измерительный преобразователь для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера); 30—прибор для измерения

уровня, показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня) 31—прибор для измерения уровня с выносным блоком индикации; 32—прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту (реле уровня); 33 — прибор для измерения уровня, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей); 34—прибор для измерения уровня, бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту (например, электрический регулятор-сигнализатор уровня с блокировкой по верхнему уровню); 35 — прибор для измерения уровня, показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор с сигнализацией верхнего и нижнего уровня); 36—прибор для измерения плотности раствора, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотномера с пневмо- или электропередачей); 37 — прибор для измерения размеров, показывающий, установленный по месту (например, толщиномер); 38— прибор для измерения любой электрической величины, показывающий, установленный по месту (напряжение, сила тока, мощность); 39—прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный пневматический прибор, многоценное реле времени и т. п.); 40 — прибор для измерения влажности, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера); 41 — первичный измерительный преобразователь для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра); 42— прибор для измерения качества продукта, показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор на кислород); 43 — прибор для измерения качества продукта, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе); 44 — прибор для измерения радиоактивности, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, прибор для показания и сигнализации



предельно допустимых значений  $\alpha$  и  $\beta$  излучений); 45—прибор для измерения скорости вращения привода, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора), 46— прибор для измерения нескольких разнородных величин, регистрирующий, установленный по месту (например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры); 47— прибор для измерения вязкости раствора, показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий); 48—прибор для измерения массы продукта, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно-тензометрическое сигнализирующее); 49 — прибор для контроля погасания факела в печи, бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный прибор запально-защитного устройства; применение резервной буквы В должно быть оговорено на поле схемы); 50 —преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический; например, нормирующий преобразователь); 51 — преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной—электрический); 52— вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения например, множитель на постоянный коэффициент  $K$ , установленный на щите; 53— пусковая аппаратура для управления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т. п.; применение резервной буквы N должно быть оговорено на поле схемы); 54 — аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, установленная на щите (кнопка, ключ управления, задатчик и т. п.); 55—аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите; 56 — Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту (реле уровня, используемое для ПАЗ верхнего уровня и нижнего уровня с выводом сигнала при четырех значениях уровня); 57 — Клапан регулирующий, закрывающий при прекращении подачи энергии с функцией ручного управления.

Таблица 1 — Условные обозначения средств автоматизации

1 	11 	21 	31  	41 	51 
2 	12 	22 	32 	42 	52 
3 	13 	23 	33 	43 	53 
4 	14 	24 	34 	44 	54 
5 	15 	25 	35 	45 	55 
6 	16 	26  	36  Плотность 0,8—0,9 г/см <sup>3</sup>	46  U=(F P)	56  H=0,5 H=0,0 L=0,5 L=0,0
7 	17 	27   AO 4-20 ma	37 	47  Вязкость	57 
8 	18 	28 	38   	48 	
9  	19 	29 	39 	49 	
10 	20 	30 	40  Вязкость	50 	

Примеры применения данных условных обозначений в функциональных схемах автоматизации приведены на рисунках 2,3,4.

Технологическое оборудование изображается в объёме, достаточном для понимания принципа работы систем автоматизации.

Для однотипных технологических объектов, не связанных между собой и имеющих одинаковое оснащение средствами автоматизации и одинаковые отдельные щиты, схема автоматизации изображается только для одного из них и дается пояснение «Схема составлена для агрегата № ... для агрегатов №..., №.... схемы аналогичны».

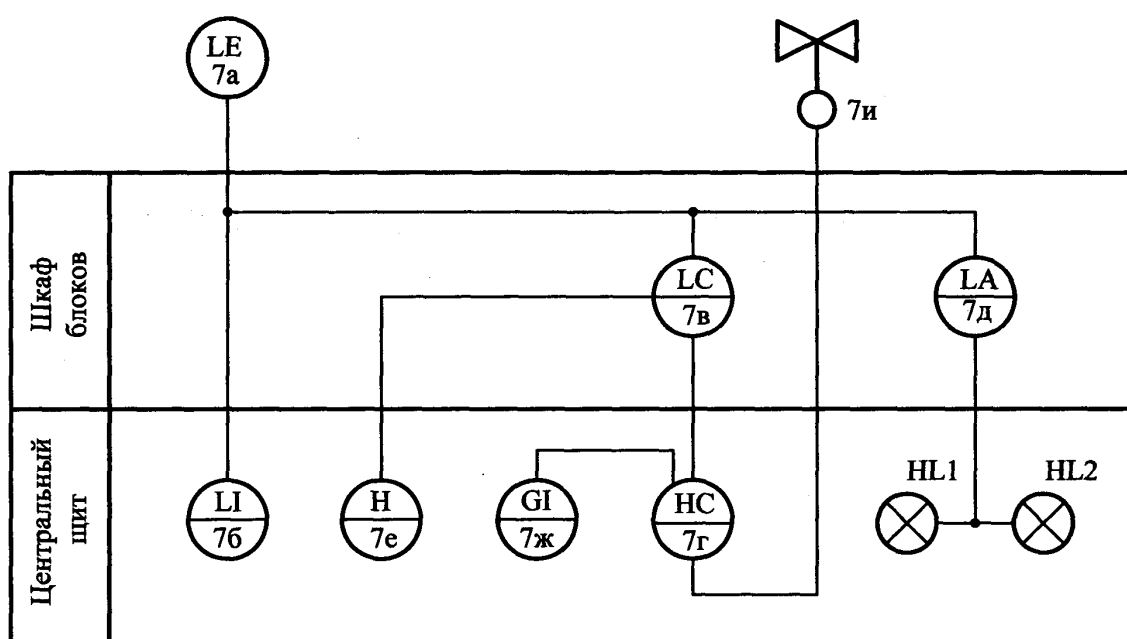


Рисунок 2 — Схема локального контура регулирования

Толщину линий на схеме выбирают на основании требований ГОСТ 21.208-2013, ГОСТ 21.408-2013 и ГОСТ 2-303-68. В частности, рекомендуется использовать линии следующей толщины:

- контурные линии технологических аппаратов 0,2 – 0,5 мм;
- технологические трубопроводы 0,5 – 1,5 мм;
- графические обозначения приборов и средств автоматизации 0,5 – 0,6 мм;
- линии связи 0,2 – 0,3 мм;

- прямоугольники обозначающие щиты, пульта и т.д. 0,5 – 1 мм;
- линии выносок 0,2 – 0,3 мм.

При одинаковой толщине линий различного назначения их рекомендуется вычерчивать (для выделения) по толщине в противоположных пределах.

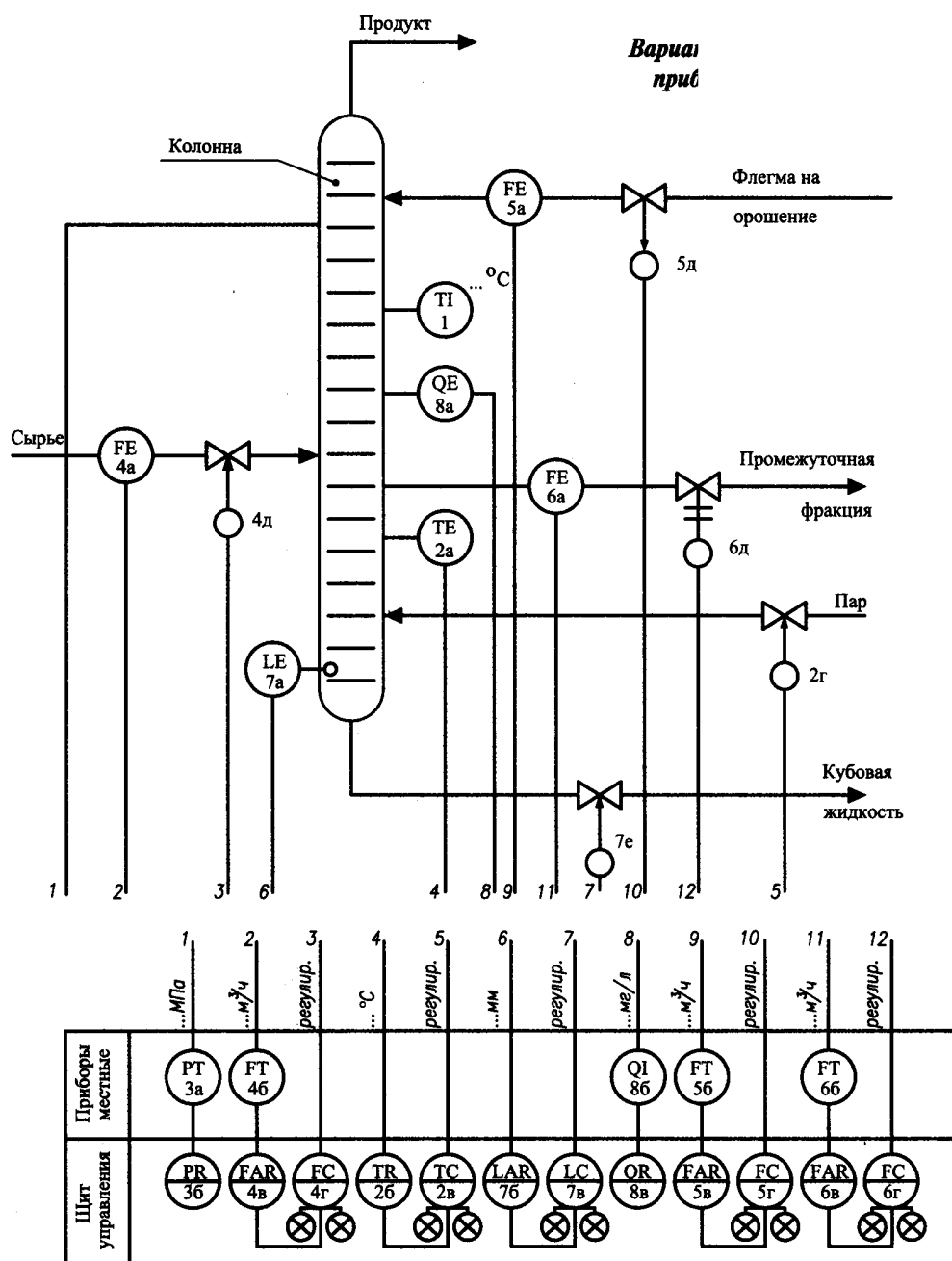


Рисунок 3 — Функциональная схема автоматизации, выполненная развернутым способом по ГОСТ 21.208-2013

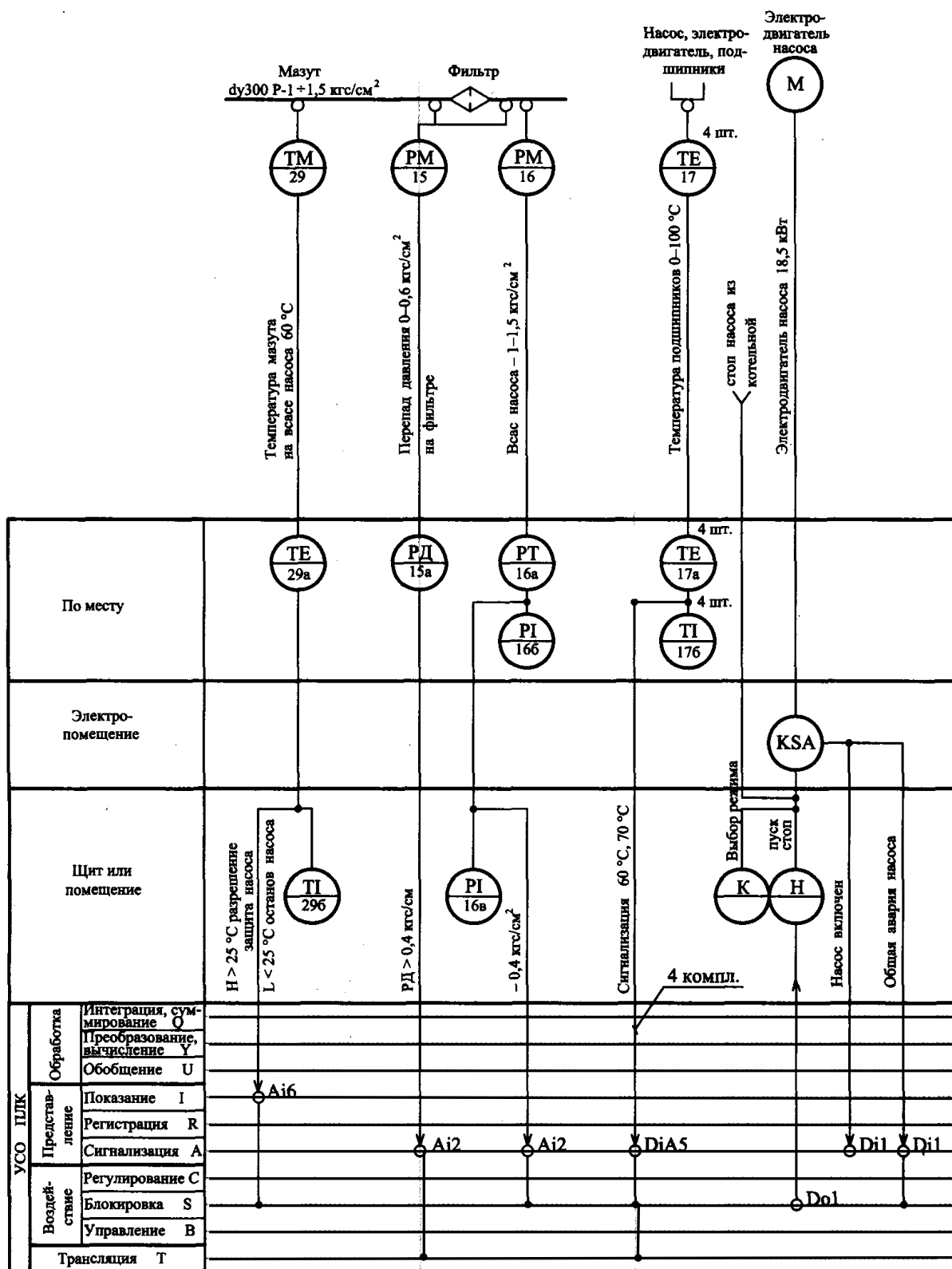


Рисунок 4 — Функциональная схема автоматизации, выполненная развернутым способом по ГОСТ 21.208-2013 (вариант 2)

Размеры цифр и букв для позиций и позиционных обозначений и надписей выбирают на основании ГОСТ 2.304-81.

Рекомендуется применять следующие размеры шрифта:

- для позиций – цифры – 3,5 мм, буквы (строчные) – 2,5 мм;
- для позиционных обозначений комплектов приборов и средств автоматизации – буквы и цифры – 3,5 мм;
- для пояснительного текста и надписей – 3,5 ... 5 мм.

Для обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов по ГОСТ 21-404-85 приняты прописные буквы латинского алфавита, приведённые в таблице 4.2 [3]. При отсутствии необходимых буквенных обозначений используют приведённые в таблице резервные буквы с обязательным пояснением их в таблице условных обозначений, не предусмотренных стандартами.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологические трубопроводы, изображаются непосредственно в разрезе трубопроводов. Приборы и средства автоматизации, устанавливаемые на технологическом оборудовании и трубопроводах с помощью штуцеров, бобышек изображают в непосредственной близости к соответствующему оборудованию и трубопроводам. К таким средствам автоматизации относятся: термометры расширения, преобразователи термоэлектрические и т.д.

Средства автоматизации рекомендуется располагать сверху вниз в такой последовательности, при которой достигается наибольшая ясность и простота схемы, а именно:

1. Приборы местные (изображаются средства автоматизации, расположенные вне щитов и конструктивно не связанные с технологическим оборудованием и трубопроводами);
2. Местные щиты управления;
3. Машины централизованного контроля, управляющие машины;
4. Щит оператора;
5. Пульт;

## 6. Мнемосхема.

При применении агрегатированных комплексов и управляющих машин допускается кроме наименования всего комплекса приводить сокращенные наименования или типы отдельных его блоков. При этом прямоугольник, изображающий комплекс, делят горизонтальными линиями на части, число которых соответствует количеству блоков. Условные наименования или типы блоков наносят рядом с наименованием комплекса. Точки входа и выхода сигналов на прямоугольниках показывают кружками диаметром 1,5 – 2 мм.

При использовании многоточечного прибора или машины централизованного какого-либо параметра однотипного технологического оборудования на схеме это оборудование показывается один раз и один датчик, а к прибору подводятся линии связи от других датчиков.

### 6.2 Правила выполнения схем электрических принципиальных

Рекомендации по оформлению принципиальной электрической схемы даются в соответствии с требованиями РМ 4-106-82 «Схемы электрические принципиальные систем автоматизации. Требования к выполнению».

На принципиальных электрических схемах систем автоматизации, в общем случае, следует изображать:

- силовые цепи, цепи электропитания, управления и сигнализации;
- диаграммы и таблицы включений контактов переключателей, программных устройств, конечных и путевых выключателей, циклограммы работы аппаратуры;
- таблицы применяемости;
- необходимые пояснения;
- перечень элементов.

В зависимости от сложности проектируемого объекта различные цепи могут изображаться совмещено, либо для каждой из цепей разрабатываются

отдельные схемы. В этом случае над каждой схемой дается соответствующая надпись.

При применении нескольких одинаковых схем на чертеже изображается одна схема и даётся примечание о её применимости. Например, «На данном чертеже показана принципиальная схема управления агрегатом №1; схемы управления агрегатами №2, 3 аналогичны показанной, за исключением условных обозначений элементов схем и маркировки.»

Электрические схемы рекомендуется изображать на чертеже с горизонтальным расположением цепей. В тех случаях, когда схема не может быть изображена в пределах одной вертикальной колонки, её выполняют в нескольких колонках, делая при этом надпись «Продолжение схемы». Если на данном чертеже имеется несколько различных схем, то эти надписи должны указывать, продолжением какой схемы она является.

Обрывы линий связи заканчивают стрелками, около которых с левой стороны указывают маркировку цепи.

#### 6.2.1 Условные графические обозначения элементов схем

Условные графические обозначения элементов схемы и их размеры приведены в таблице 5.2. [3].

Обозначение многопозиционных устройств со сложной коммуникацией показано на рисунке 5.17 [3],

Контакты приборов для измерения неэлектрических величин на схеме отделяют штрих пунктирными линиями, равными по толщине линиям связи.

#### 6.2.2 Схемы силовых цепей

Силовые питающие цепи показываются сплошными горизонтальными линиями толщиной 1,5 – 3 мм с расстоянием между ними 10 – 15 мм. Нулевая шина в четырёхпроводной системе изображается горизонтальной пунктирной



линией, более тонкой, чем линии силовых цепей. Распределительные силовые цепи электродвигателей, трансформаторов изображаются вертикальными сплошными линиями с расстоянием между ними 15 – 20 мм и толщиной, не много меньшей, чем длина главных цепей.

Места соединения силовых цепей с главными шинами на схеме показываются тёмными точками диаметром немного большим, чем толщина линий шин.

Элементы управления силовым оборудованием изображаются условными графическими изображениями согласно таблице 5.2. [3] с такой же толщиной линии, как силовые цепи.

### 6.2.3 Цепи управления и сигнализации

Питающие участки цепей управления на схеме показываются сплошными вертикальными линиями толщиной 0,6 – 0,8 мм с расстоянием между ними 140 – 180 мм и располагаются с правой стороны от силовых цепей. Цепи управления и сигнализации располагают горизонтально в порядке вертикальной последовательности их действия при чтении схемы сверху вниз.

Если цепи управления имеют зависимое питание, т.е. когда они получают питание от силовых цепей, которые также показаны на данной схеме, то на питающих участках цепей управления и сигнализации показывают выключатели и предохранители, а при независимом питании схемы выключатели и предохранители, как правило, не показываются, так как в этом случае они предусматриваются в схеме питания электроэнергией.

Элементы цепей управления и сигнализации изображают тонкими линиями толщиной 0,2 мм и должны быть расположены друг от друга на расстоянии не менее 10 мм. Линии связи между элементами имеют ту же толщину.

Места неразъёмных соединений проводников изображаются тёмными точками, а места разъёмных соединений – светлыми точками диаметром 1,5 – 2 мм.

Все токоприёмники цепей управления и сигнализации по возможности располагают на одной вертикальной линии.

Контакты реле и других устройств следует также располагать по одной или максимум трём вертикальным линиям.

Против каждой цепи управления и сигнализации с правой стороны даются поясняющие надписи.

Поясняющие надписи должны быть лаконичными и давать пояснения о назначении или наименовании операции рабочего цикла или сигнализирующего параметра.

Общие надписи заносятся снизу-вверх параллельно питающим участкам цепей управления, а надписи для каждой цепи – горизонтально.

Над схемой управления указываются значения направления и род тока, которым производится питание схемы.

### 6.3 Правила выполнения чертежей общего вида щита

Рекомендации по оформлению чертежа общего вида щита даются в соответствии с требованиями РМ4-107 «Системы автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению проектной документации на щиты и пульты».

Чертежи общих видов щитов и пультов должны выполняться с соблюдением требований ГОСТ 21.107-79 раздел 1.

Построение таблиц на чертежах общего вида должно соответствовать ГОСТ 2.105-95

Чертёж общего вида щита должен содержать:

- вид спереди;

- вид на внутренней плоскости;
- перечень составных частей;
- технические требования;
- таблицу надписей;
- таблицу соединений;
- таблицу подключений.

Все таблицы на чертеже должны иметь сквозную нумерацию.

На чертежах общих видов щиты изображают в масштабе 1:10, масштаб на чертеже не показывают. В обоснованных случаях могут применяться другие масштабы по ГОСТ 2.302-68. В этом случае масштаб проставляется над изображением по указаниям ГОСТ 2.316-68.

На чертеже общего вида щиты, приборы, средства автоматизации, аппаратура, элементы крепления внутри щитовой аппаратуры и. т.п. изображают упрощение в виде внешних очертаний, сплошными основными линиями по ГОСТ 2.303-68.

Шкафам, панелям, пультам, приборам и средствам автоматизации, аппаратуре, монтажным изделиям присваиваются номера позиций в порядке записи их в перечень составных частей. Номера позиций наносят на полках линий-выносок по правилам ГОСТ 2.109 – 78.

#### 6.4 Правила выполнения схем соединений внешних проводок

Рекомендации по оформлению схем соединения внешних проводок даются в соответствии с требованиями, изложенными в РМ 4-6-81 часть 3 «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование электрических и трубных проводок. Указания по выполнению документации».

Действительное пространственное расположение устройств и элементов схемы либо не учитывается вообще, либо учитывается приблизительно.

Толщина линий, изображающих устройства и элементы схем, в том числе кабели, провода, трубы, должна быть от 0,4 до 1 мм. по ГОСТ 2.303-68.

На схемах должно быть наименьшее количество изломов и пересечений проводов.

При наличии в проекте нескольких аналогичных агрегатов с постоянными данными, общими для всех агрегатов, схему выполняют для одного агрегата, а в технических требованиях дают пояснения.

Схемы соединений в общем случае должны содержать:

- первичные приборы;
- щиты, пульты, штативы;
- вне щитовые приборы, групповые установки приборов;
- внешние электрические и трубные проводки;
- защитное зануление систем автоматизации;
- технические требования;
- перечень элементов.

В необходимых случаях схемы соединений могут содержать дополнительно таблицу нестандартизированных условных обозначений и таблицу применимости.

### Список используемых источников

- 1 Андреев Е.Б. Технические средства систем управления технологическими процессами в нефтяной и газовой промышленности: Учебное пособие / Е.Б.Андреев, В.Е. Попадько М.: РГУ нефти и газа им. Губкина, 2004. 272с.
- 2 Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию: Практ. Пособие -7-е изд., перераб. и доп. М.: Высш.шк., 1991. 160с.
- 3 Емельянов А.И. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие по поддержанию и оформлению проектов. 3-е изд., перераб. и доп. / А.И. Емельянов, О.В. Капник. М.: Энергоатомиздат, 1983. 400с.
- 4 Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: Методическое пособие. Книга 2. СПб.: ДЕАН, 2009. 944с.
- 5 Озол П.Ж. Автоматизация компрессорных станций с электроприводными газоперекачивающими агрегатами. Л.: Недра, 1981. 169с.
- 6 Плотников В.М. Средства контроля и автоматизации объектов транспорта газа / В.А.Подрешетников, В.У.Гончаров. Л.: Недра, 1985. 216с.
- 7 Подкопаев А.П. Технологические измерения и контрольно-измерительные приборы: Учебник для техникумов. М.: Недра, 1986. 295с.
- 8 Поршаков Б.П. Газотурбинные установки для транспорта газа и бурения скважин. М.: Недра, 1982. 183с.
- 9 Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / Ключев А.С. и др. М.: Энергия, 1990. 464с.
- 10 Староверов А.Г. Основы автоматизации производства. М.: Машиностроение, 1989. 312с.
- 11 Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2008. 928 с.
- 12 ПБ 08-624-03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. М.: ФГУП Изд-во Нефть и газ, 2003. 272с.

13 ГОСТ 8.563.2-97 Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств.

14 ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Ек.: Уральское юридическое издательство. 1991. 152с.

15 Правила эксплуатации и безопасности обслуживания средств автоматизации и вычислительной техники в газовой промышленности / Мингазпром. М.: Недра, 1987. 143с.

16 Справочник по проектированию систем управления технологическими процессами / под общ. ред. В.И Крупович. и др. – 3-е изд. Перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1982. 416с.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Старший методист



М.В. Отс

Методист по ИТ



Т.А. Сергеева