

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
УХТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

З.Х. Ягубов

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВОК И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
КОМПЛЕКСОВ

Методические указания и задание к выполнению курсовой работы для студентов  
очной и заочной формы обучения специальности 140604 - Электропривод и  
автоматика промышленных установок и технологических комплексов

Ухта 2005

УДК 681.5.08(085)

Я 20

Ягубов, З.Х. Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов [Текст]: метод. указания/ З.Х. Ягубов. - Ухта: УГТУ, 2005. - 34 с.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине “Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов” студентами 5 курса очной формы обучения и 6 курса заочной формы обучения специальности 140604. Методические указания также будут полезны для выполнения дипломного проекта.

Содержание указаний соответствует учебной программе.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой ЭАТП пр.№7 от 12.10.05 и рекомендованы к изданию советом специальности 140604.

Рецензент Иванов Б.А.

Редактор Тетеревлева Е.В.

В методических указаниях учтены предложения рецензента и редактора.

Компьютерный набор осуществлен студентами группы ЭАП 2-01 Бутенко А.Н., Недосековым А.В. и Носовым В.В.

План 2005г., позиция 75.

Подписано в печать 27.10.05.

Объем 34 с. Тираж 150. Заказ № 194.

© Ухтинский государственный технический университет, 2005  
169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13.

Отдел оперативной полиграфии УГТУ  
169300, г. Ухта, ул. Октябрьская, 13.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Цель курсового проектирования.....	5
2. Содержание курсовой работы.....	5
3. Требования к оформлению курсовой работы.....	11
4. Задание для выполнения курсовой работы.....	14
5. Задание на период прохождения второй производственной практики для подготовки к выполнению курсовой работы.....	14
6. Приложение 1 Функциональные схемы автоматизации.....	17
7. Приложение 2 Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации .....	19
8. Приложение 3 Условные обозначения на ФСА.....	23
Рекомендуемая литература для выполнения КР.....	34

## ВВЕДЕНИЕ

Для решения проблемы растущей сложности управления производством необходимо коренным образом усовершенствовать саму систему автоматизации и управления на основе использования новейших достижений в области экономико-математических методов, а также современных технических средств сбора, передачи и обработки информации.

Системой управления будем называть систему, в которой реализуется процесс управления путем взаимодействия объекта управления и управляющей части.

Основной экономической эффект от внедрения системы автоматизации получается за счет лучшей организации производства, более полной загрузки оборудования, обеспечения ритмичности работы предприятия, сокращения непроизводительных потерь. Это достигается, главным образом, благодаря полноте своевременности и оптимальности принимаемых решений, а также экономии управленческого труда без ущерба для качества управления.

Обоснованный выбор критерия является важнейшим вопросом правильной постановки любой оптимизационной задачи.

При решении многих задач надо считаться с наличием не одного, а ряда критериев, причем нередко оптимизация по одному из них ухудшает значение других. Так повышение качественных показателей систем и средств автоматизации сопровождается их удорожанием и увеличением срока изготовления. При этом фактически решается не одна, а несколько оптимизационных задач, рассматриваемых последовательно. В таких случаях можно применить способ, согласно которому оптимизацию надо сначала производить по одному критерию, а остальные учитывать в качестве ограничений, затем – по другому критерию и т.д.

Разработка автоматических систем и АСУ требует системного комплексного подхода к созданию таких систем. В частности, это означает, что следует определять цели и критерии функционирования системы управления и проводить структурный анализ.

Создание сложной системы автоматизации состоит из нескольких этапов.

Первый этап управления производственным процессом – получение информации.

Далее, на основании этой информации требуется принять правильное решение, влияющее на ход процесса. Если производственный процесс сложный и для управления им требуется быстрая обработка большого объема информации, то вместо оператора для этой цели используют устройства вычислительной техники, которые на основе заранее заданного алгоритма принимают решение о воздействии на ход процесса.

Второй этап управления производственным процессом – переработка информации. Принятое решение в виде сигналов поступает на исполнительные механизмы, где они, изменяя установки регуляторов, положение заслонок, клапанов и т.п., изменяют ход производственного процесса в нужном направлении.

Третий этап управления производственным процессом – использование информации, 4 этап – передача информации.

В соответствии с указанными этапами циркуляция информации, существующие средства и автоматизации можно подразделить на 4 группы:

1. Средства для получения информации – устройства сбора информации: чувствительные элементы, датчики, измерительные приборы;
2. Средства для передачи информации на расстояние – системы телемеханики. В некоторых системах управления используется также аппаратура передачи данных (АПД). При малых расстояниях передача информации осуществляется без использования систем телемеханики;
3. Средства для переработки информации – устройства вычислительной техники или другие специализированные устройства;
4. Средства для использования информации – автоматические регуляторы и исполнительные механизмы.

Начиная проектирование системы автоматизации для нефтяной и газовой промышленности, студенты должны четко представить себе вышеуказанные определения.

### ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Закрепление студентами знаний по курсу «Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов» и приобретение навыка в разработке систем автоматического контроля и управления.

### ПРИМЕРНАЯ ТЕМА: ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ (УСТАНОВКОЙ).

Применительно к заданным условиям конкретного предприятия.

Примерное содержание КР выглядит следующим образом:

Введение.

1. Описание технологического процесса.
2. Анализ технологического процесса с целью выбора параметров контроля и управления (приводится упрощенная схема автоматизации).
3. Построение математической модели технологического процесса.
4. Выбор критерия оценки эффективности средств контроля и управления.
5. Определение закона распределения технологических параметров.
6. Определение объединяемости выборок по различным пунктам рассматриваемого участка производства.
7. Выбор структуры регулирования и расчета САР:
  - А) определение передаточной функции объекта по кривой разгона;
  - Б) моделирование одноконтурной САР;
  - В) моделирование каскадной САР.
8. Расчет исполнительного механизма.
9. Выбор комплекса технических средств (КТС).
10. Заказная спецификация на средства автоматизации.
11. Заключение
12. Используемая литература.
13. Приложение (при необходимости).

Графическая часть состоит из двух листов формата А1:

1. Структурная и функциональная схемы автоматизации.
2. График переходных процессов.

Во введении обсуждается постановка задачи, отмечается актуальность данной темы и пути реализации вопросов проектирования.

В I разделе дается полное описание технологического процесса:

- назначение процесса;
- структура производства;
- характеристика сырья и продуктов (полупродуктов);
- нормируемые показатели качества продуктов (полупродуктов);
- критерии качества управления производством;
- физико-химические основы процессов производства;
- описание технологической схемы производства и основных аппаратов производства (желательно привести спецификацию на аппараты);
- технологический регламент;
- в режиме нормальной эксплуатации: правила управления, нормы, уровни параметров сигнализаций, защит, блокировок;
- в переходных режимах пуска и останова.

Обычно этот параграф готовится на основе материалов, собранных во время производственной практики студентов по окончании 4-го курса. Поэтому обычно, тема курсовой работы выдается в 8 семестре, перед практикой.

Во втором разделе указываются параметры, которые необходимо контролировать. Среди этих параметров нужно отметить первостепенные, которые в дальнейшем используются для контроля и управления. Решение любой задачи автоматизации технологического процесса начинается с его теоретического и экспериментального изучения с целью построения адекватной математической модели. Эту процедуру можно разделить на 3 последовательных этапа.

На первом этапе определяется допустимый параметрический класс моделей. На втором – проводится идентификация параметров, на третьем – оценивается адекватность построенной модели.

Логически самым трудным является 1 этап. Существуют 2 подхода его решению. Первый из них базируется на концепции «черного ящика», считается, что внутренняя структура объекта неизвестна, да и вообще не должна интересовать исследователя. Второй подход основан на выборе моделей с учетом основных физико-химических закономерностей, определяющих течение исследуемого процесса. Такие модели называются аналитическими моделями процесса.

При построении аналитических моделей учитываем тот факт, что основная технология нефтегазодобывающей промышленности базируется на физических процессах, элементарными составляющими которых являются:

1. механические процессы (механическая обработка твердых материалов, в частности разрушение породы при бурении);
2. гидродинамические процессы (транспорт жидкости и газа, разделение жидкостных и газовых дисперсных систем);
3. тепловые процессы (нагревание и охлаждение);

4. массообменные процессы (абсорбция – десорбция, испарение и конденсация, растворение и кристаллизация, экстракционные процессы и т.д.).

Построение моделей основных технологических процессов для объектов нефтяной и газовой промышленности рассмотрены в [6].

### Математическое описание системы автоматизации

Математическое описание работы автоматики механизмов объекта представляет собой систему алгебраических, логических, дифференциальных уравнений или неравенств, устанавливающих связь сигналов и величин, управляющих работой объекта автоматизации (входных сигналов), с сигналами и их величинами, определяющими работу автоматизируемого объекта (с выходными сигналами).

Ввиду большого разнообразия технологических процессов нельзя указать единого подхода к составлению математического описания. Эта задача решается строго индивидуально для каждого технологического процесса с учетом конкретных условий работы.

Математическое описание, как правило, составляется для того, чтобы путем формальных преобразований полученных уравнений с использованием известных математических соотношений получить связь выходных величин с входными в наиболее простом виде, удобном для технической реализации.

Как указывалось выше, в курсовом проекте решаются вопросы автоматизации управления несколькими взаимно связанными механизмами. В этом случае математическое описание сводится к составлению логических уравнений.

Для большого круга задач составление исходных логических уравнений может быть сделано непосредственно на основе содержательного описания работы автоматики механизмов объекта.

Для этого необходимо:

- 1) четко выделить и обозначить выходные переменные (функции) и входные переменные (аргументы);
- 2) придать входным и выходным переменным логические значения 1 и 0 в соответствии с двумя характерными состояниями (например, включено - отключено, есть воздействие – нет воздействия, достиг механизм заданного положения – не достиг заданного положения и т.д.);
- 3) заменить слова разговорной речи И, ИЛИ, НЕ и им подобные, употребляемые для выражения взаимосвязи входных и выходных сигналов в содержательном описании, логическими операциями умножения (конъюкции), сложения (дизъюкции) и отрицания (инверсии).

В ряде случаев состояние выходной переменной определяется не только комбинацией и значениями входных переменных в данный момент времени (данный такт), но и комбинацией и значениями входных и выходных переменных в предшествующий момент времени (предшествующий такт). Техническая реализация автоматизации управления такими технологическими процессами сводятся к использованию многотактных (последовательных) логических схем.

Отличительной особенностью математического описания работы многотактной

автоматики является введение в уравнения дополнительных (вспомогательных) переменных, непосредственно не фигурирующих в содержательном описании. Обычно эти переменные называются «Память».

Логические переменные «Память» и их уравнения, их определяющие, вводятся в следующих случаях:

- 1) для сохранения выходной переменной, если продолжительность воздействия входной переменной (включающего сигнала) меньше требуемой длительности (аналогично реле с самоблокировкой, включаемому с нажатием кнопки);
- 2) для задержки кратковременного импульсного приложения входной переменной (входного сигнала) на время, необходимое для прохождения этого сигнала по цепочке последующих элементов;
- 3) для различия повторяющихся комбинаций входных переменных, при которых должны быть различными либо выходные переменные, либо предшествующее и последующее состояние дополнительных переменных «Память».

Переменной «Память», выполняющей функции пунктов (1), (2), как правило, является сама выходная величина, вводимая в правую часть уравнения операций логического сложения. В релейно-контакторных схемах это аналогично применению блокирующих контактов включаемого аппарата, шунтирующих кнопку «Пуск».

Введение вспомогательной логической переменной «Память», выполняющей функции, указанные в пункте (3), несколько сложнее и требует, как правило, составления специального содержательного описания возникновения и исчезновения этой вспомогательной переменной. Дополнительное содержательное описание непосредственно не вытекает из последовательности работы механизмов и вводится лишь на этапе составления математических выражений.

Следует отметить, что введение переменной «Память» обязательно, когда например конструкция электропневмоклапана для управления исполнительными пневмоцилиндрами предусматривает запоминание входных управляющих сигналов.

Для различия повторяющихся комбинаций входных переменных могут быть использованы также счетчики и распределители. В этом случае в разделе «Математическое описание...» необходимо обосновать емкость счетчика или распределителя, количество разрядов, используемый код, необходимый дешифратор, описание считаемых или распределительных сигналов, тактность работы распределителя и т.п.

Если выходная логическая переменная определяется сложной комбинацией 5-6 входных переменных, то возможно, не удастся получить уравнение связи непосредственно по содержательному описанию. В этом случае необходимо воспользоваться формальными математическими методами получения логических уравнений (методами синтеза):

- 1) для одноктактных схем – методом составления логического уравнения по таблице истинности;
- 2) для многоттактных схем – методами таблиц переходов, циклограмм, или граф-схем микропрограммного автомата.

После составления исходных математических уравнений необходимо

попытаться их упростить следующим образом:

- прямым использованием алгебры логики;
- выделением общих частей, входящих в уравнения для различных выходных величин;
- минимизацией по карте Карно.

С целью сокращения номенклатуры элементов, применяемых для технической реализации упрощенных логических уравнений, они могут быть представлены в виде комбинаций «ИЛИ-НЕ» и «И-НЕ» с последовательным применением формулы де Моргана.

Ниже приводится перечень основной информации, которая должна быть представлена в разделе «Математическое описание...» пояснительной записки к курсовому проекту:

- 1) четкое обозначение всех логических переменных, придаваемые им логические значения 1 или 0, представленные в таблице или в иной форме. Допускается значения основных логических переменных указывать в таблице раздела содержательного описания.
- 2) исходя из содержательного описания и выбранных логических переменных составляется алгоритм функционирования проектируемой системы в виде таблицы истинности, таблицы переходов, циклограммы или граф-схемы МПА с необходимыми пояснениями выполняемых операций и логических условий.
- 3) обоснование необходимости введения вспомогательных переменных «Память», содержательное описание условий их возникновения и исчезновения. На этом этапе целесообразно задуматься о соотношении длительности команд и длительности их исполнения. Например, если предполагается использование команд с коммутационными аппаратами типа кнопок, ключей с самовозвратом и т.п. и сигналов преобразователей (датчиков) промежуточного положения механизма с исчезающим воздействием, то в этом случае длительность воздействия команды (сигнала) меньше требуемой длительности исполнения и понадобится дополнительная переменная «Память». При использовании коммутационной аппаратуры типа ключей с механической фиксацией, преобразователей (датчиков) промежуточного положения механизма с длительным воздействием на него дополнительные переменные типа «Память» и сопутствующие им сигналы сброса не понадобятся.
- 4) обоснование необходимости введения счетчиков или распределителей и описание их работы.
- 5) процесс получения минимальной логической формулы с необходимыми пояснениями целесообразности и ходе преобразований.
- 6) преобразованные логические уравнения для выбранной элементной базы или программа для реализации в микропроцессорной системе.

В 3 разделе анализируются существующие критерии оценки эффективности средств контроля и управления.

В большинстве критериях, посвященных определению эффективности контрольно-управляющей системы вопросы оптимизации отдельных параметров (надежности, помехоустойчивости, точности и т.д.) рассматриваются в отрыве от экономических факторов.

В связи с переходом на рыночные отношения экономические факторы играют определяющую роль. Поэтому, на наш взгляд, при этом подходит критерий, учитывающий технические, алгоритмические и экономические факторы. Обобщенным критерием выбора оптимального варианта построения контрольно-управляющей информационной системы является минимизация суммы затрат на добывание информации и потерь от несовершенства этой системы.

Студенты при проектировании системы автоматизации, контроля и управления нефтяной и газовой промышленности могут использовать этот критерий, определить эффективность проектируемой системы или оптимизировать параметры этой системы, минимизируя суммы расходов и потерь. Подробно эти вопросы освещены в работах [1-3].

При необходимости, на основании статистических данных, полученных во время производственной практики, надо определить вероятностные характеристики технологических параметров и рассмотреть согласование их закона распределения с одной из известных функций распределения. Для этого можно использовать критерий согласия [4] и по этому критерию проверить согласованность законов распределения технологических параметров с различными законами распределения.

При этом можно использовать следующие законы распределения:

$$\text{а) нормальный: } f(x) = \frac{1}{2\pi\sigma} \exp \left[ -\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} \right]; \quad (1)$$

$$\text{б) усеченный нормальный: } f(x) = \frac{\mu}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[ -\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} \right]; \quad (2)$$

$$\text{где } \mu = \frac{1}{\Phi_0 \left( \frac{x_1 - m}{\sigma} \right) - \Phi_0 \left( \frac{x_2 - m}{\sigma} \right)};$$

$$\text{в) равномерный: } f(x) = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}; \quad (3)$$

$$\text{г) логарифмический нормальный: } f(x) = \frac{\mu}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left[ -\frac{1}{2\sigma^2} (\lg x - m)^2 \right]; \quad (4)$$

$$\text{д) экспоненциальный: } f(x) = \lambda e^{-\lambda x}; \quad (5)$$

где  $m, x, \sigma$  - числовые характеристики случайных величин (технологических параметров).

Далее нужно выяснить объединяемость по критерию Вилькоксона технологических параметров в единую генеральную совокупность. Т.е. это означает, что если контролируемые параметры на различных участках каким-то образом связаны между собой, то используя датчик на каком-то участке, можно судить о значении технологического параметра на другом участке. Это дает возможность уменьшить количество датчиков на производстве (стоимостные расходы), не увеличивая потери производства. Методика проверки объединяемости технологических параметров в единую генеральную совокупность рассмотрены в [4,5].

В начале раздела 7 определяется контур регулирования. Обосновывается и выбирается тип регулятора. Надо иметь в виду, что существуют следующие типы регуляторов:

- П – пропорциональные;
- И – интегральные;
- ПИ – пропорционально-интегральные;
- ПИД – пропорционально-интегрально-дифференциальные.

Надо отметить достоинства и недостатки каждого регулятора, обосновать выбранный вид регулятора для производства данного типа.

Расчет параметров регулятора проводится с помощью ПЭВМ. Согласно методике [13] постоянная времени объекта  $T$ , время запаздывания  $\tau$ , колебательность  $\psi$ , коэффициент усиления регулятора  $K$  задается преподавателем индивидуально каждому студенту в зависимости от типа производственного участка. На основании анализа и расчетов выбирается комплекс технических средств (КТС) автоматизации [8,10]. Составляется заказная спецификация на средства автоматизации, где указывается название, тип, предел измерения, завод изготовитель выбранного датчика, преобразователя, исполнительного механизма, средства приема и передачи информации и другие. Контрольная работа, а выполняется по последней цифре зачетки. Курсовая работа - по сумме двух последних цифр.

В заключении обсуждается соответствие результата проектирования на техническое задание, подробно отмечаются те вопросы, которые самостоятельно выполнил студент. В конце приводится список литературных источников, на которые в тексте имеется ссылка. При необходимости, некоторые второстепенные расчеты и вспомогательные графики можно вынести на приложение.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

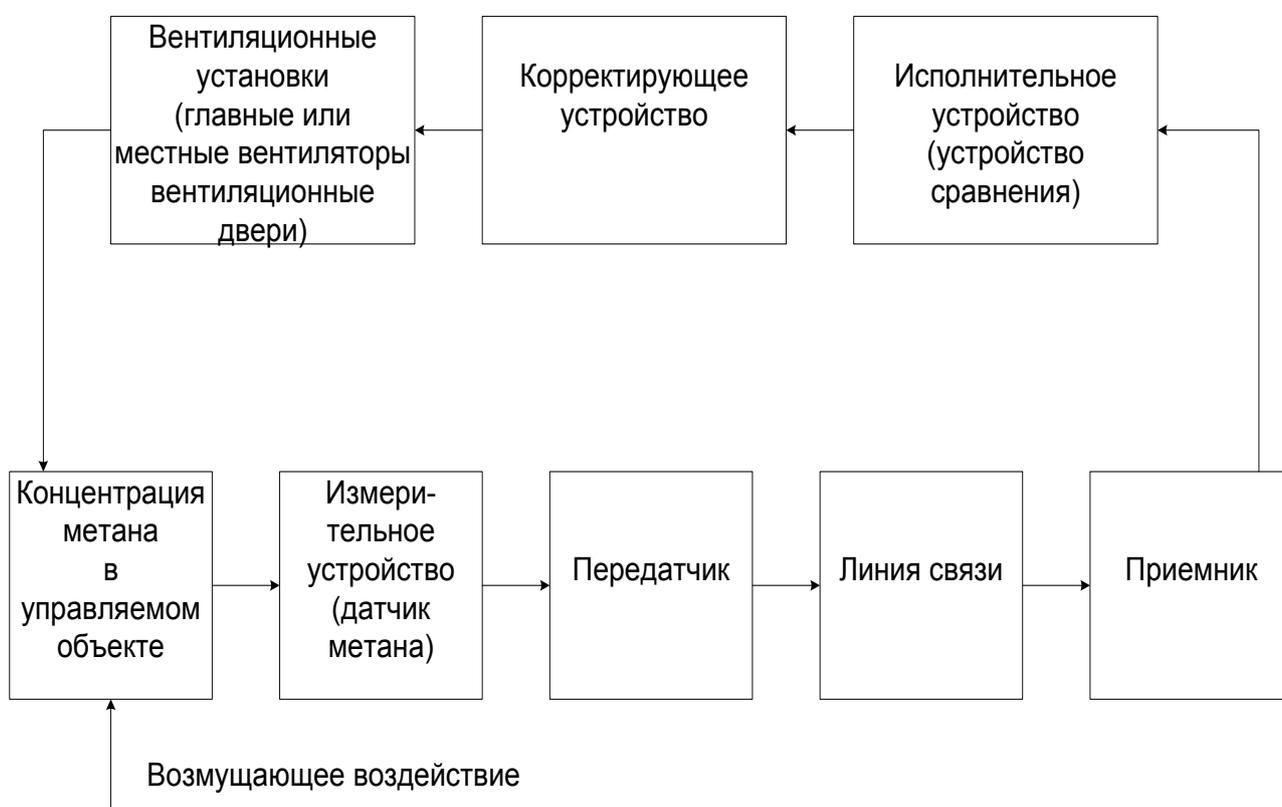
Курсовая работа оформляется в виде расчетно-пояснительной записки на 25-30 страницах рукописного текста и графической части на двух листах формата А1.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать титульный лист, оглавление с указанием страниц разделов проекта, задание с указанием необходимых данных и требований, результаты выбора элементов, все расчеты, схемы, таблицы и список используемой литературы. Материал в записке располагается согласно программе работы.

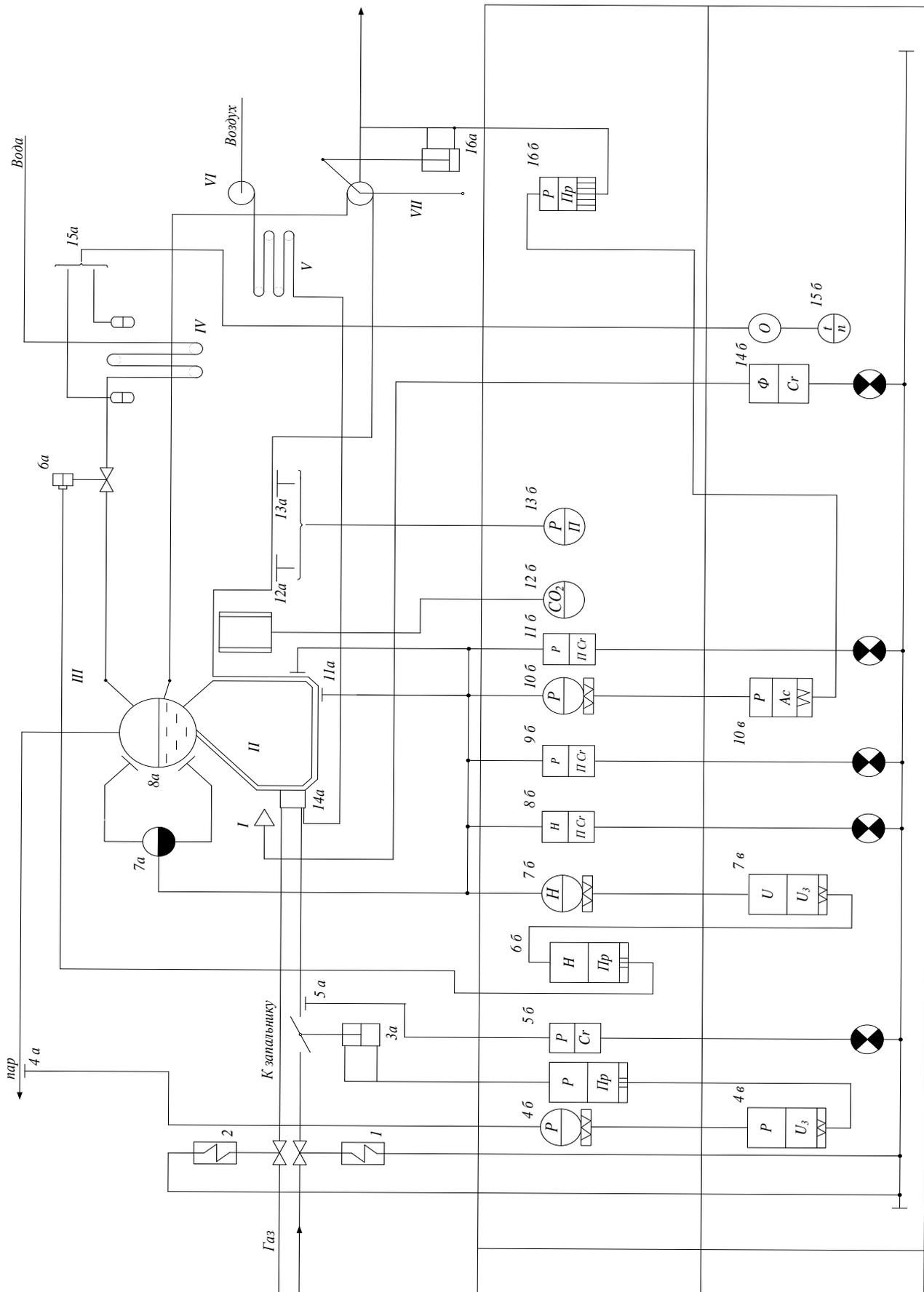
Записка пишется на одной стороне листа с полями по всем четырем листам. Размеры левого поля – 35 мм; правого не менее – 10 мм; верхнего и нижнего не менее – 20 мм. Все листы записки, включая рисунки, схемы и графики нумеруются, начиная с титульного листа. Все расчеты в работе должны выполняться в системе СИ. Сначала записываются формулы в общем виде, затем подставляются численные значения и указывается окончательный результат с соответствующей размерностью. После этого, если необходимо, следует расшифровка буквенных обозначений. Приводимые в записке формулы и методика расчета должны иметь ссылки на используемую литературу. Результаты расчета кривых по “точкам” сводятся в

таблицы и иллюстрируются графиками. Схемы и графики выполняются на миллиметровой или белой нелинованной бумаге. Все рисунки, схемы, графики и таблицы обязательно нумеруются.

Схемы и графики на листах должны иметь названия, а листы – соответствующий штамп.



Структурная схема автоматизации



Функциональная схема автоматизации котельной установки

## ЗАДАНИЕ

На период прохождения 2-ой производственной практики студентами 5-го курса специальности 180400 для подготовки к выполнению курсовой работы «Автоматизация промышленных установок и технологических комплексов».

1. Дать полное описание технологического процесса.
2. Определить перечень технологических параметров для контроля, управления и сигнализации. Выяснить первостепенные параметры для дальнейшего обоснования и выбора типа регулятора.
3. Подготовить полный список датчиков с указанием технических характеристик для применяемых на этих участках (уточнить завод-изготовитель и стоимость на данный период).
4. Элементы и средства автоматики применяемые на данном производстве.
5. Телемеханические комплексы, микропроцессорные системы и средства, системы связи применяемые на данном производстве.

Эти же вопросы необходимо уточнить во время преддипломной практики для использования собранного материала в дипломном проектировании.

№ варианта	ТЕМА	Тип регулятора	Данные для расчета			
			К	ψ	τ	Т
00	Автоматизация газораспределительных станций (ГРС)	П	1	0,7	2	4
01	Автоматизация хранения и распределения нефтепродуктов	И	4	0,75	1	2
02	Автоматическое регулирование катодной защиты трубопроводов	ПИ	7	0,8	1,7	3
03	Телеконтроль станций катодной защиты	ПИД	10	0,85	3,6	6
04	Автоматизация установок осушки и очистки газа	П	2	0,9	4	6
05	Автоматизация установок комплексной подготовки нефти	ПИ	9	0,95	3	2
06	Автоматическое измерение массы и качества товарной нефти	И	6	0	2,5	4
07	Автоматизированная система сбора и обработки информации о производительности нефтяных скважин «Спутник ВМР»	ПИД	3	0,68	4	2
08	Автоматизация компрессорных станций газопроводов с газомоторными компрессорами	П	7,5	0,72	5	4
09	Автоматизация компрессорных станций с электроприводными газоперекачивающими агрегатами	ПИ	1,5	0,78	9,8	7
10	Автоматическое управление процессом бурения	П	3,37	0,82	3,9	4
11	Регулирование производительности компрессорных станций	ПИД	12,3	0,87	15	20
12	Автоматизация насосных станций нефтепроводов	И	1	0,9	20	16
13	Автоматические системы пожаротушения	ПИД	1	0,65	3	10
14	Автоматизация котельных установок	П	1	0,62	4	10
15	Автоматизация вспомогательных служб компрессорных станций газопроводов	П	1,5	0,74	6,5	15

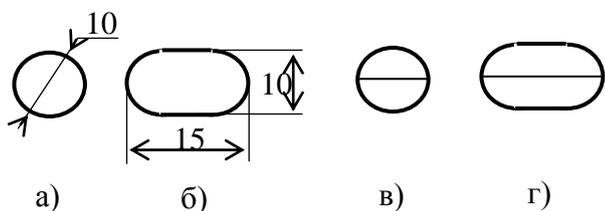
№ варианта	ТЕМА	Тип регулятора	Данные для расчета			
			К	Ψ	τ	T
16	Автоматизация КС с электроприводными ГПА	ПИ	4,3	0,84	7	4
17	Автоматизация ГРС	И	3,7	0,94	8	11,5
18	Автоматическое регулирование катодной защиты трубопроводов	ПИ	8,5	0,91	18,5	20
19	Автоматизация установки компл. подг. газа	П	12,6	0,81	22,1	24
20	Автоматическое поддержание параметров электроэнергии в системе электроснабжения	ПИ	13,7	0,71	26	23,2
21	Автоматизация первичной переработки нефти в НПЗ	ПИД	11,1	0,61	25	16
22	Автоматизация станций подземного хранения газа	ПИ	10,2	0	4	10
23	Автоматизация хранения и распределения нефтепродуктов	И	4,7	0,7	6,1	9,6
24	Автоматическое повторное включение в системах промышленного энергоснабжения	П	6,9	0	6,6	15
25	Автоматическое включение резерва в системах промышленного энергоснабжения	ПИ	7,8	0,72	7,3	4
26	Автоматизация при компенсации реактивной мощности в системах промышленного энергоснабжения	ПИД	11	0,73	8	9
27	Автоматическая частотная разгрузка в системах промышленного энергоснабжения	П	12	0,9	11	15
28	Автоматизация при самозапуске электродвигателей в системах промышленного энергоснабжения	ПИ	13	0,91	12	14
29	Автоматизация устройств водоснабжения в системах промышленного энергоснабжения	И	15	0,89	3,1	5,2
30	Автоматическое управление насосами отопления центрального теплового пункта	ПИД	14	0,84	4,2	6,2
31	АСДУ энергоснабжением	ПИ	10	0,82	4,1	6,1

## Приложение 1

### Функциональные схемы автоматизации

#### 1. Условные обозначения

Все местные измерительные и преобразовательные приборы, установленные на технологическом объекте изображаются на функциональных схемах автоматизации в виде окружностей (см. рис. а и б).



Если приборы размещаются на щитах и пультах в центральных местных операторных помещениях, то внутри окружности проводится горизонтальная линия (см и г).

Внутри окружности вписываются:

- в верхнюю часть - обозначения контролируемых, сигнализируемых или регулируемых параметров, обозначение функций и функциональных признаков приборов и устройств;
- в нижнюю - позиционные обозначения приборов и устройств.

Места расположения отборных устройств и точек измерения указываются с помощью тонких сплошных линий.

Буквенные обозначения средств автоматизации строятся на основе латинского алфавита и состоят из трех групп букв:

**1 буква** - Контролируемый, сигнализируемый или регулируемый параметр:

- D - плотность,
- E - любая электрическая величина,
- F - расход,
- G - положение, перемещение,
- H - ручное воздействие,
- K - временная программа,
- L - уровень,
- M - влажность,
- P - давление,
- Q - состав смеси, концентрация,
- R - радиоактивность,
- S - скорость (линейная или угловая),
- T - температура,
- U - разнородные величины,
- V - вязкость,
- W - масса

**2 буква** (не обязательная) - может указываться также уточнение характера измеряемой величины:

D - разность, перепад,

F - соотношение,

J - автоматическое переключение,

Q - суммирование, интегрирование.

**3 группа символов** (несколько букв) Далее указывается один или несколько символов, обозначающих функции и функциональные признаки прибора:

I - показания,

R - регистрация,

C - регулирование,

S - переключение,

Y - преобразование сигналов, переключение,

A - сигнализация,

E - первичное преобразование параметра,

T - промежуточное преобразование параметра, передача сигналов на расстояние,

K- переключение управления с ручного на автоматическое и обратно, управление по программе, коррекция.

## Приложение 2

### 2. Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации

(В скобках указаны примеры типов приборов)

Первичный измерительный преобразователь для измерения температуры, установленный по месту (например, термоэлектрический преобразователь (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т.д.).

Прибор для измерения температуры показывающий (термометры ртутный, манометрический и т.д.).



Прибор для измерения температуры показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр (типа КСП и др.), мост автоматический (типа КСМ и др) и т.д.).



Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту.



Прибор для измерения температуры одноточечный регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр самопишущий, логометр, потенциометр и т.д.).



Прибор для измерения температуры с автоматическим обеганием устройством регистрирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, потенциометр, мост и т.д.).



Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, потенциометр и т.д.).



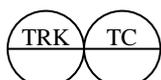
Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту (дилатометрический регулятор температуры и др.).



Комплект для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (пневматический вторичный прибор, например, ПВ 10.1Э системы «Старт» с регулирующим блоком ПР 3.31).



Прибор для измерения температуры бесшкальный с контактным устройством, установленный по месту (реле температурное).



Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите.



Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите.



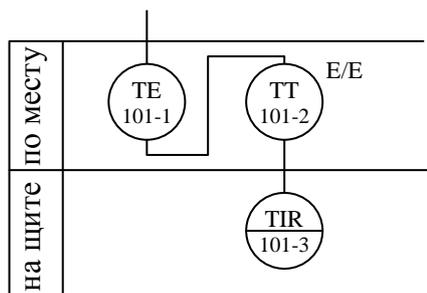
- PI      Прибор для измерения давления (разряжения), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифманометр, напоромер и т.д.).
- PDI     Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту (дифманометр показывающий).
- PT      Прибор для измерения давления (разряжения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей).
- PR      Прибор для измерения давления (разряжения) регистрирующий, установленный на щите (самопишущий манометр или любой другой вторичный прибор для регистрации давления).
- PS      Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (реле давления).
- PIS     Прибор для измерения давления (разряжения) показывающий с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр и т.д.).
- PC      Регулятор давления прямого действия «до себя».
- FE      Первичный измерительный преобразователь для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло Вентури датчик индукционного расходомера и т.д.).
- FT      Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (бесшкальный дифманометр, ротаметр с пневмо- или электропередачей).
- FFR     Прибор для измерения соотношения расходов регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов).
- FT      Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту (дифманометр или ротаметр показывающий и т.д.).
- FQI     Прибор для измерения расхода интегрирующий показывающий, установленный по месту (любой счетчик-расходомер с интегратором).
- FQI     Прибор для измерения расхода показывающий интегрирующий, установленный на щите (показывающий дифманометр с интегратором).
- FQIS    Прибор для измерения расхода интегрирующий с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (счетчик-дозатор).
- LE      Первичный измерительный преобразователь для измерения уровня, установленный по месту (датчик электрического или емкостного уровнемера).

- LI Прибор для измерения уровня показывающий, установленный по месту.
- LS Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту (реле уровня).
- LT Прибор для измерения уровня с контактным устройством бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей).
- LCS<sup>H</sup> Прибор для измерения уровня бесшкальный регулирующий с контактным устройством, установленный по месту (электрический регулятор-сигнализатор уровня с блокировкой по верхнему уровню).
- LIA<sup>H</sup>/<sub>L</sub> Прибор для измерения уровня показывающий с контактным устройством, установленный на щите (вторичный показывающий прибор с сигнализацией верхнего и нижнего уровня).
- DT Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (датчик плотномера с пневмо- или электропередачей).
- GI Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту (толщиномер).
- EI Прибор для измерения любой электрической величины показывающий, установленный по месту.
- EI<sup>V</sup> Вольтметр.
- EI<sup>A</sup> Амперметр.
- EI<sup>W</sup> Ваттметр
- KS Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный пневматический прибор, многоцепное реле времени и т.д.).
- MR Прибор для измерения влажности регистрирующий, установленный на щите (вторичный прибор влагомера и т.д.).
- QE<sup>pH</sup> Первичный преобразователь для измерения качества продукта, установленный по месту (датчик рН-метра и т.д.).
- QI<sup>O<sub>2</sub></sup> Прибор для измерения качества продукта показывающий, установленный по месту (газоанализатор на кислород и т.д.).
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
QRC Прибор для измерения качества продукта регистрирующий регулирующий, установленный на щите (вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе и т.д.).

-  Прибор для измерения радиоактивности показывающий с контактным устройством, установленный по месту (прибор для показаний и сигнализации предельно допустимых значений  $\alpha$  и  $\beta$ -излучений).
-  Прибор для измерения частоты вращения привода регистрирующий, установленный на щите (вторичный прибор тахогенератора).
- $U=f(F,P,T)$   
 Прибор для измерения нескольких разнородных величин регистрирующий, установленный по месту (самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры).
-  Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту (вискозиметр показывающий).
-  Прибор для измерения массы продукта показывающий с контактным устройством, установленный по месту (устройство электронно-тензометрическое сигнализирующее и т.д.).
-  Прибор для контроля погасания факела печи бесшкальный с контактным устройством, установленный на щите (вторичный прибор запально-защитного устройства; применение резервной буквы В должно быть оговорено на поле схемы).
-  Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной и выходной сигналы – электрические; нормирующий преобразователь и т.д.).
-  Преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной – электрический; электропневмопреобразователь ЭПП-63 и т.д.).
-  Устройство, выполняющее функцию умножения на постоянный коэффициент К.
-  Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (магнитный пускатель, контактор и т.д.; применение резервной буквы N должно быть оговорено на поле схемы).
-  Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, установленная на щите (кнопка, ключ управления, задатчик и т.д.).
-  Аппаратура для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка с лампочкой и т.д.).
-  Ключ управления, предназначенный для выбора управления, установленный на щите.

### 3. Примеры схем контроля температуры.

#### 3.1 Индикация и регистрация температуры (TIR).



101-1 Термоэлектрический термометр тип ТХА, гр. ХА, пределы измерения от  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ , материал корпуса Ст0Х20Н14С2, марка ТХА-0515

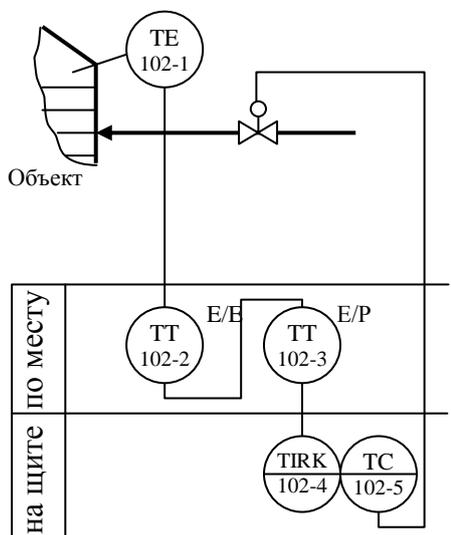
101-2 Преобразователь термоЭДС в стандартный токовый сигнал  $0...5\text{ мА}$ , гр. ХА, марка Ш-72

101-3 Миллиамперметр показывающий регистрирующий на 2 параметра, марка А-542

*Примечание:* Другие виды амперметров А-502, А-503 – показывающие, А-542, А-543 – регистрирующие, последняя цифра – число параметров;

А-100 – показывающий на 1 параметр.

#### 3.2 Индикация, регистрация и регулирование температуры с помощью пневматического регулятора (TIRC, пневматика).



102-1 то же, что 101-1

102-2 то же, что 101-2

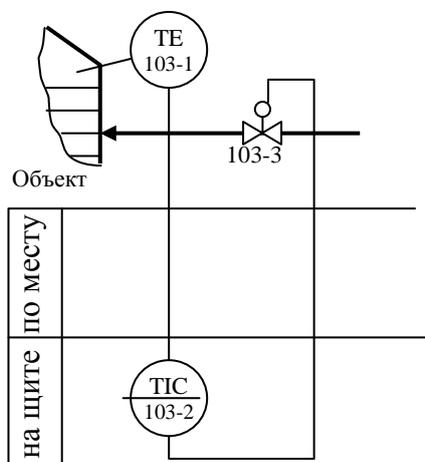
102-3 электропневмопреобразователь, входной сигнал  $0...5\text{ мА}$ , выходной – стандартный пневматический  $0,02...0,1\text{ МПа}$ , марка ЭПП-63 (или ЭПП-180)

102-4 пневматический вторичный прибор на 3 параметра со станцией управления, марка ПВ 10.1Э (с электроприводом диаграммной ленты)

102-5 Пневматический ПИ-регулятор ПР 3.31

*Примечание:* Регуляторы ПР 2.31 сняты с производства.

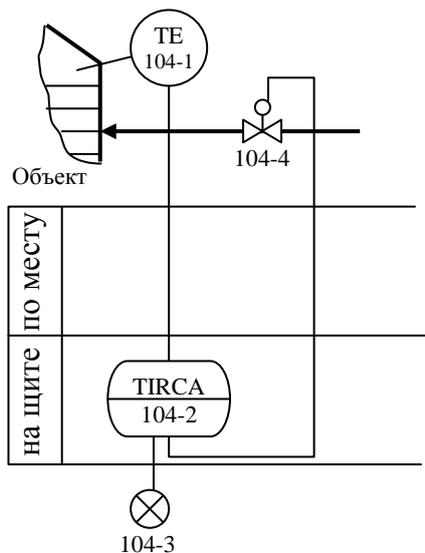
#### 3.3 Индикация и регулирование температуры с помощью микропроцессорного регулятора (TIC, эл.).



103-1 то же, что 101-1

103-2 Трехканальный микропроцессорный регулятор типа «Протерм-100»

103-3 Регулирующий клапан для неагрессивных сред, корпус из чугуна, предельная температура  $T = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , давление  $P_y = 1,6\text{ МПа}$ , условный диаметр  $D_y = 100\text{ мм}$ , тип 25нч32нж



### 3.4 Индикация, регистрация, сигнализация и регулирование температуры с помощью потенциометра (моста) (TIRCA, эл.).

104-1 то же, что 101-1

104-2 Автоматический электронный потенциометр на 1 точку со встроенными устройствами регулирования и сигнализации, тип КСП-4 (или автоматический электронный мост типа КСМ-4 и т.д.)

104-3 Лампа сигнальная Л-1

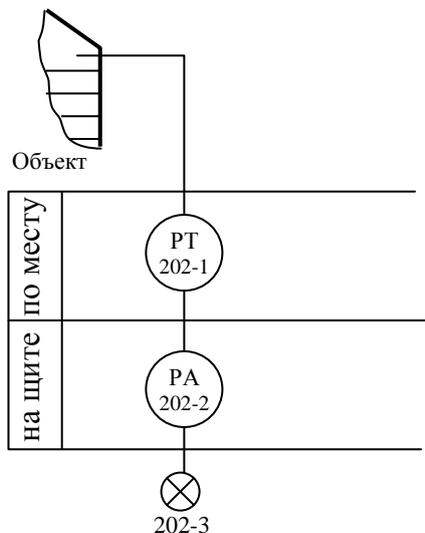
104-4 то же, что 103-3

## 4. Примеры схем контроля давления.

### 4.1 Индикация давления (PI).



210-1 Манометр пружинный М-...

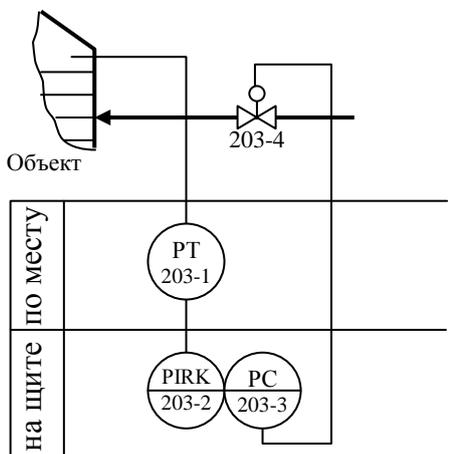


### 4.2 Сигнализация давления (РА).

202-1 Пневматический первичный преобразователь давления, предел измерения 0... 1,6 МПа, выходной сигнал 0,02...0,1 МПа, марка МС-П-2 (манометр сильфонный с пневмовыходом)

202-2 Электроконтактный манометр с сигнальной лампой ЭКМ-1

202-3 то же, что 104-3



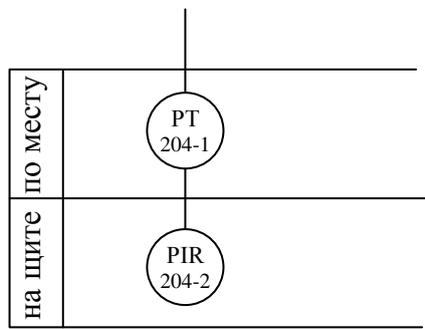
### 4.3 Индикация, регистрация и регулирование давления (PIRC, пневматика)

203-1 то же, что 202-1

203-2 то же, что 102-4

203-3 то же, что 102-5

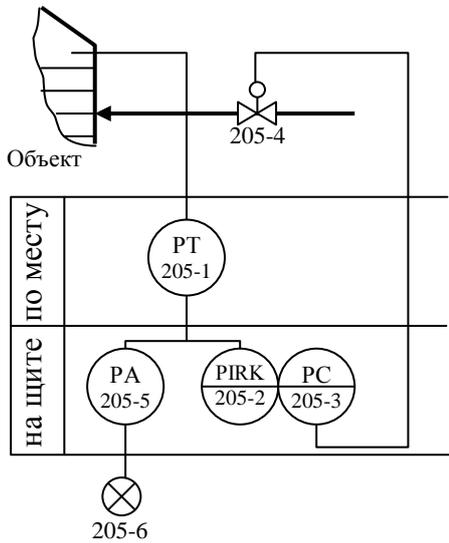
203-4 то же, что 103-3



#### 4.4 Индикация и регистрация давления (PIR, эл.).

204-1 Первичный преобразователь давления со стандартным токовым выходом 0...5 мА, марка МС-Э (или Сапфир-22ДИ и т.д.)

204-2 то же, что 101-3



#### 4.5 Индикация, регистрация, регулирование и сигнализация давления (PIRCA, пневматика).

205-1 то же, что 202-1

205-2 то же, что 102-4

205-3 то же, что 102-5

205-4 то же, что 103-3

205-5 то же, что 202-2

205-6 то же, что 202-3

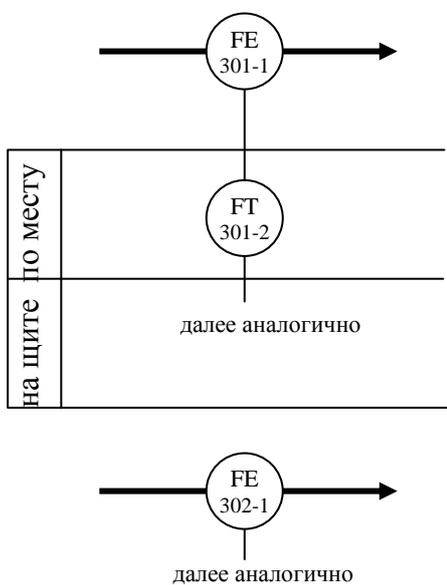
### 5. Схемы контроля уровня и расхода.

Схемы контроля уровня аналогичны схемам контроля давления, поскольку его значение при измерении либо преобразуется в давление, либо датчики уровня, как и датчики давления, имеют на выходе стандартный пневматический или электрический сигнал.

Для измерения расхода жидкости первичные преобразователи устанавливаются в сечении трубопровода, поэтому на схеме из обозначения также, как правило, изображаются встроенным в трубопровод.

При использовании сужающих устройств, например, диафрагм, перепад давлений на них замеряется дифманометрами, поэтому схемы автоматизации аналогичны схемам контроля давления. Прочие расходомеры, как правило, уже имеют на выходе стандартный сигнал.

Примеры схем:



301-1 Диафрагма марки ДК6-50-II-а/г-2 (диафрагма камерная, давление  $P_y = 6$  атм, диаметр  $D_y = 50$  мм)

301-2 Дифманометр с пневмовыходом 0,02...0,1 МПа, марка ДС-П1 (для пневматики) или Сапфир-22ДД (для электрической схемы)

302-1 Ротамер РД-П (с пневмовыходом) или РД-Э (с электрическим выходом)

Форма спецификации к ФСА.

поз.	Параметры среды, измеряемые параметры	Наименование и техническая характеристика	Марка	К-во	Примечание
100-1 101-1 103-2	Давление в аппарате, $P_{\max} = 0,5$ МПа	Манометр сильфонный с пневмовыходом, вых. сигнал 0,02...0,1 МПа, пределы измерений 0...1,6 МПа	МС-П2	3	по месту

Приборы в спецификации могут быть сгруппированы по позициям на схеме или по маркам.

*Дополнительные условные обозначения преобразователей сигналов и вычислительных устройств*

Наименование	Обозначение
Род энергии сигнала:	
электрический	<b>E</b>
пневматический	<b>P</b>
гидравлический	<b>G</b>
Форма сигнала:	
аналоговый	<b>A</b>
дискретный	<b>D</b>
Операции, выполняемые вычислительным устройством:	
суммирование	<b><math>\Sigma</math></b>
умножение величины сигнала на постоянный коэффициент K	<b>K</b>
перемножение величин двух и более сигналов	<b>×</b>
деление величин друг на друга	<b>:</b>
возведение величины сигнала f в степень n	<b><math>f^n</math></b>
извлечение из величины сигнала корня степени n	<b><math>\sqrt[n]{}</math></b>
логарифмирование	<b>lg</b>
дифференцирование	<b><math>dx/dt</math></b>
интегрирование	<b><math>\int</math></b>
изменение знака сигнала	<b>X(-1)</b>
ограничение верхнего значения сигнала	<b>max</b>
ограничение нижнего значения сигнала	<b>min</b>
Связь с вычислительным комплексом:	
передача сигнала на ЭВМ	<b><i>Bi</i></b>
вывод информации с ЭВМ	<b><i>Bo</i></b>

Букву *S* не следует применять для обозначения функции регулирования (в том числе позиционного).

Буква *E* применяется для обозначения чувствительных элементов, т. е. устройств, выполняющих первичное преобразование, например, термометров термоэлектрических (термопар), термометров сопротивления, сужающих устройств расходомеров.

Буква *T* обозначает промежуточное преобразование — дистанционную передачу сигнала. Ее рекомендуется применять для обозначения приборов с дистанционной передачей показаний, например, бесшкальных манометров (дифманометров), манометрических термометров с дистанционной передачей и других подобных приборов.

Буква *K* применяется для обозначения приборов, имеющих станцию управления, т. е. переключатель для выбора вида управления (автоматическое, ручное) и устройство для дистанционного управления.

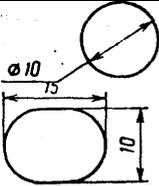
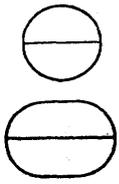
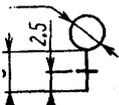
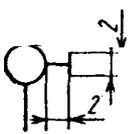
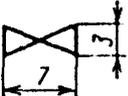
Буква *У* рекомендуется для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств.

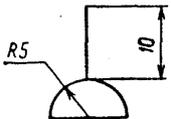
Порядок построения условных обозначений с применением дополнительных букв следующий: на первом месте ставится буква, обозначающая измеряемую величину; на втором—одна

Буква *U* может быть использована для обозначения прибора, измеряющего несколько разнородных величин. Расшифровка этих величин приводится около прибора или на поле чертежа. Для конкретизации измеряемой величины около изображения прибора (справа от него) необходимо указывать наименование или символ измеряемой величины, например, «Напряжение», «Ток», рН, O<sub>2</sub> и т. д.

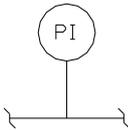
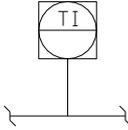
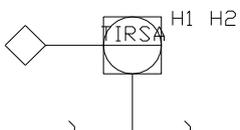
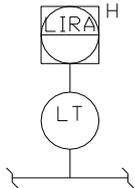
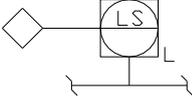
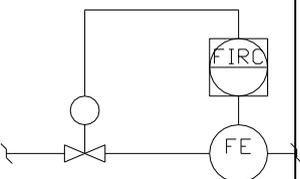
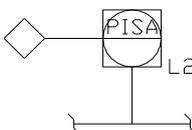
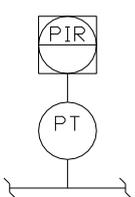
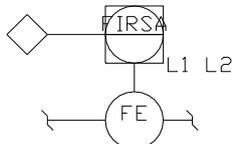
Для обозначения величин, не предусмотренных данным стандартом, могут быть использованы резервные буквы *B*, *N*, *O*; при этом многократно применяемые величины следует обозначать одной и той же резервной буквой. Резервные буквенные обозначения должны быть расшифрованы на схеме. Вводной и той же документации не допускается применение одной резервной буквы для обозначения разных величин.

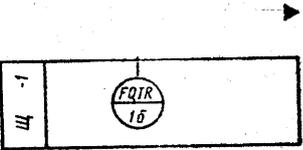
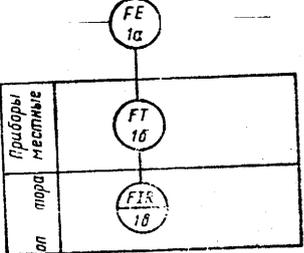
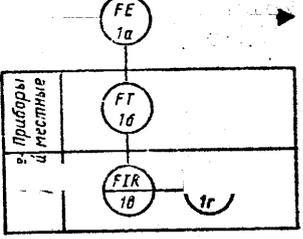
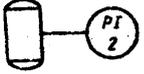
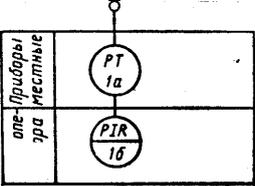
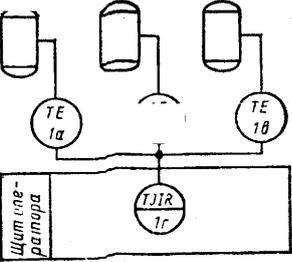
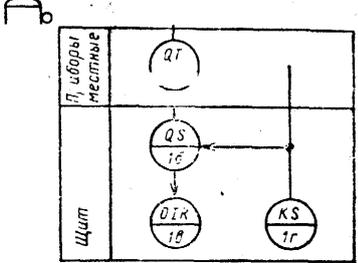
Приложение 3  
Условные обозначения на ФСА

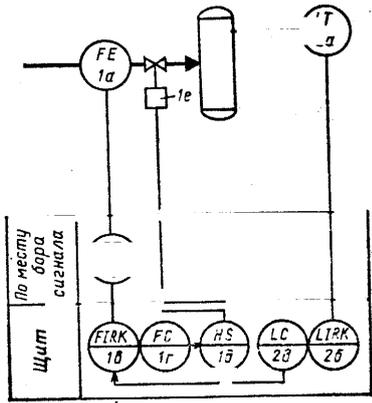
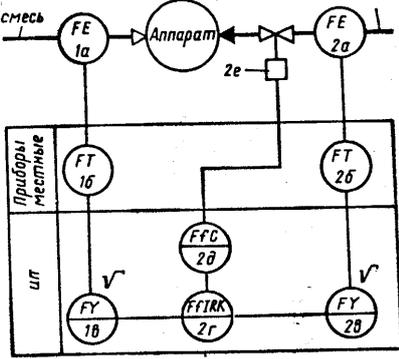
Условные обозначения	Назначение
	Отключение по аварийным значениям технологических параметров через ПАЗ
	Приборы устанавливаемые по месту
	Приборы, устанавливаемые на щите (пульте)
	Функции системы распределенного управления (компьютеризированное управление)
	Исполнительный механизм (общее обозначение). Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется
	Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала
	Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала
	Исполнительный механизм, оставляющий регулирующий орган в неизменном положении при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала
	Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом (обозначение может применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала)
	Регулирующий орган (задвижка, клапан и т.д.)
	Задвижка с исполнительным механизмом
	Электрозадвижка

	Пневмоотсекатель
	Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов во время наладки, снятия характеристик и т. п.) .

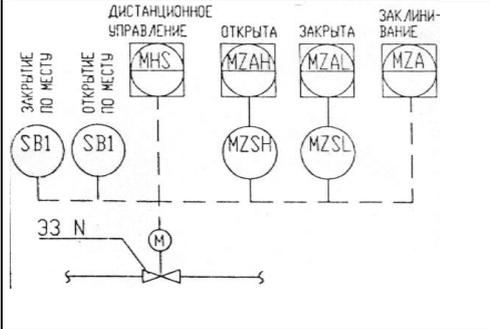
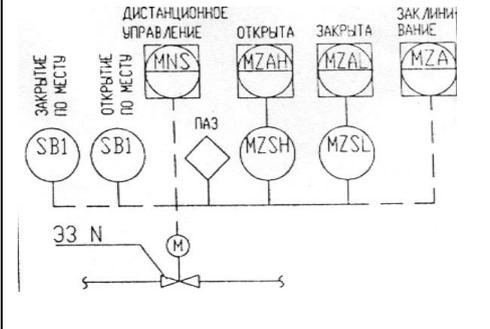
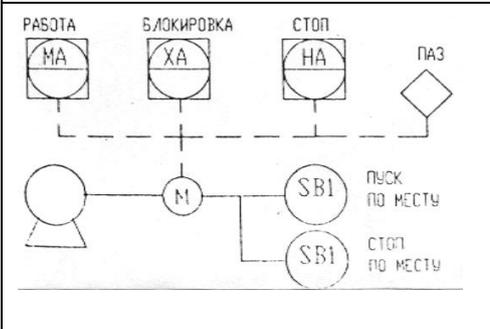
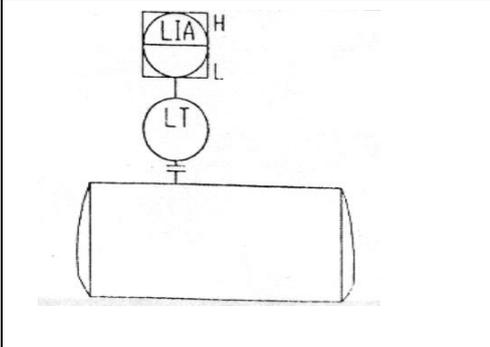
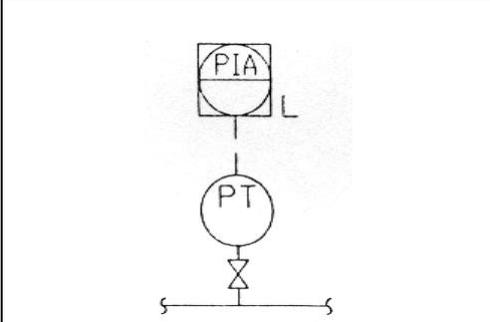
### Примеры изображения контуров контроля на технологических схемах

Обозначение	Наименование схемы
	Показание по месту
	Измерение температуры с показанием на дисплее АСУ ТП
	Измерение температуры с регистрацией, предварительной сигнализацией и блокировкой по аварийному значению (максимуму)
	Измерение уровня с регистрацией и сигнализацией максимального уровня
	Измерение уровня с сигнализацией и блокировкой по аварийному значению (минимуму)
	Регулирование расхода с регистрацией значения
	Измерение давления с сигнализацией и блокировкой по аварийному значению (минимуму)
	Измерение давления с регистрацией значения
	Измерение расхода с регистрацией, предварительной сигнализацией и блокировкой по аварийному значению

Обозначение	Наименование схемы
	<p>Измерение расхода и количества жидкости. Комплект средств: сужающее устройство (ДК6-50) — поз. 1а, вторичный прибор — дифманометр (ДСС-712Н) — поз. 1б</p>
	<p>Измерение расхода газа (пара, жидкости). Комплект средств: сужающее устройство (ДК6-50) — поз. 1а, передающий преобразователь расхода (13ДДП) — поз. 1б, вторичный прибор (ПВ4.2Э) — поз. 1в</p>
	<p>Измерение расхода и количества жидкости. Комплект средств: сужающее устройство (ДК6-50) — поз. 1а, передающий преобразователь (13ДД11) — поз. 1б, вторичный прибор (ПВ4.2Э) — поз. 1в, интегратор пневматический (ПИК-/0) — поз. 1г</p>
	<p>Измерение давления в аппарате пружинным манометром (ОБМ1-160)</p>
	<p>Измерение давления газа в трубопроводе. Комплект средств: передающий преобразователь (13ДИ13) — поз. 1а, вторичный прибор (ПВ4.2П) — поз. 1б</p>
	<p>Измерение температуры многоточечным прибором. Комплект средств: термопреобразователи сопротивления (ТСП-6097) — поз. 1а—1в, электронный мост (КСП-4) — поз. 1г.</p>
	<p>Измерение состава газовой смеси хроматографом (ХП-499): датчик (дозатор, разделительная колонка, детектор) — поз. 1а, блок управления — поз. 1б, вторичный прибор — поз. 1в, командный прибор — поз. 1г Примечание. Панель подготовки газа на схеме не показана, так как является вспомогательным устройством</p>

Обозначение	Наименование схемы
	<p>Каскадно-связанное (многоконтурное) регулирование уровня (регулирование расхода с коррекцией по уровню). Комплект средств: сужающее устройство (ДК6-50) — поз. 1а, передающий преобразователь расхода (13ДДП)-поз. 1б, передающий преобразователь уровня (13УБ08)-поз. 2а, два вторичных прибора со станцией управления (ПВ10.1Э) поз. 1в и 2б, два регулирующих блока (ПРЗ.31) —поз. 1г и 2в, переключатель — поз. 1о, мембранное исполнительное устройство (К) — поз. 1е</p> <p>Примечание. Переключатель обеспечивает переход на одноконтурное регулирование уровня. Для получения схемы регулирования расхода без коррекции по уровню, а также для ручного регулирования используется станция управления в приборе 1в (переключатель 1д должен находиться в положении многоконтурного регулирования).</p>
	<p>Регулирование соотношения расходов двух потоков. Комплект средств: два сужающих устройства (ДК6-50) — поз. 1а и 2а, два передающих преобразователя расхода (13ДДП)—поз. 1б и 2б, два блока для извлечения квадратного корня (ПФ1.17) — поз. 1в и 2в, вторичный прибор на два параметра со станцией управления (ПВ10.2Э)—поз. 2г, регулирующий блок (ПРЗ.33) — поз. 2д, мембранное исполнительное устройство (МКС)—поз. 2е.</p> <p>Примечание. Блоки для извлечения квадратного корня (поз. 1в и 2в) дают возможность обеспечить точно заданное соотношение расходов по всей шкале регулятора.</p>

Обозначение	Наименование схемы
	<p>Регулирование соотношения расходов двух потоков. Комплект средств: два сужающих устройства (ДК6-50) — поз. 1а и 2а, два передающих преобразователя расхода (13ДД11) поз 1б и 2б, два блока для извлечения квадратного корня (ПФ1.17) — поз. 1в и 2в, вторичный прибор на один параметр со станцией управления (ПВ10.1Э), регулирующий блок (ПР3.31) поз. 2в. прибор для умножения пневматического сигнала на постоянный коэффициент (ПФ 1.9)—поз. 2г, вторичный прибор (ПВ4.2Э)—поз. 1г. мембранное исполнительное устройство (КР) — поз. 2ж.</p>
	<p>Регулирование состава газовой смеси хроматографом (ХП-499): датчик--поз. 1а, блок управления — поз. 1б, вторичный прибор с пневмопреобразователем — поз. 1в, устройство ППХ-1 или УВХ-9 — поз. 1г. командный прибор (КЭП-12у) —поз. 1д, вторичный прибор со станцией управления (ПВ10.1Э)—поз. 1е, регулирующий блок (ПР3.31) —поз. 1ж, мембранное исполнительное устройство (К) — поз. 1и.</p>
	<p>Программное управление циклическим (периодическим) процессом. Комплект средств: командный электропневматический прибор (КЭП-12у)—поз. 1а, кнопочный выключатель (КУ121-1) поз. 1б. Мембранное исполнительное устройство (с двухходовым запорным клапаном 22нж10п) — поз. 1в. магнитный пускатель (ПМЕ-011) —поз. 1г. электромагнитное исполнительное устройство (с двухходовым (ЗСК) — поз. 1д, мембранное исполнительное устройство (с трехходовым запорным клапаном 27ч5нж) — поз. 1е, звонок электрический (МЗ) — поз. 1ж, сигнальная лампа (СЛ) — поз. 1и</p>
	<p>Управление электродвигателем, являющимся приводом центробежного насоса. Комплект средств: кнопочный выключатель (КУ123-12) — поз. S1, магнитный пускатель (ПМЕ-122) —поз. KM1</p>

Обозначение	Наименование схемы
	Управление электродвигжкой (без блокировки)
	Управление электродвигжкой (с блокировкой)
	Управление электронасосом
	Контроль и сигнализация по максимальному и минимальному уровням в емкости.
	Контроль и сигнализация минимального давления в трубопроводе.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ягубов З.Х. Оптимизация параметров технических средств систем контроля и управления при шахтном способе добычи нефти. – С. Петербург: издательство С. – Петербургского Университета. 1994 – 168 с.
2. Валиев Т.А., Ягубов З.Х. К вопросу об оптимизации информационных средств контроля при шахтной добыче нефти. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 1990г. - №6
3. Валиев Т.А., Ягубов З.Х. Выбор критерия оценки эффективности вентиляционной системы нефтяных шахт // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 1990г. - №10
4. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики. М.: Недра, 1969
5. Кенгерлинский Ю.С., Юсифзаде Т.А., Ягубов З.Х. Анализ газового режима нефтяных шахт. // Азербайджанское нефтяное хозяйство. Баку: 1983г. – №12 – с. 38-40.
6. Исаакович Р.Я., Логинов В.И., Попадько В.Е. АПП нефтяной и газовой промышленности. М.: Недра, 1983г. – 424с.
7. Комягин А.Ф. Автоматизация технологических процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. М: Недра, 1985г.
8. Справочник по автоматизации газовой промышленности. /А.Д. Седых, М.М. Майоров, В.В. Дубровский и др.: Под общей редакцией В.В. Дубровского и Г.З. Разладова – М.: Недра – 1990 -372с.
9. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД. Справочник. – М.: Издательство стандартов 1989г. – 325с.
10. Стефании Е.П. Основы расчета настройки регуляторов теплоэнергетических процессов. М.: Энергия 1972г.
11. Методические указания к курсовому проектированию и лабораторным работам по курсу «Автоматизация технологических процессов нефтяной и газовой промышленности». Ухта. УИИ. –1995- 23с.
12. Соскин Э.А., Киреева Э.А. Автоматизация управления промышленным энергоснабжением. Энергоатомиздат 1990г.
13. Токарев В.В., Ягубов З.Х., Приезжаев А.Б., Скабкин Н.Г. Расчет оптимальных параметров промышленных автоматических систем регулирования. – Ухта: УГТУ, 2003г. – 84с.
14. Трубопроводный транспорт нефти / Г.Г. Васильев, Г.Е. Коробков, А.А. Коршак и др. Под редакцией С.М. Вайнштока: учебник для ВУЗов в 2 т. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2002г. – Т. 1 – 407с.
15. Технические средства автоматизации химических производств; Справ. издание / В.С. Балакирев, Л.А. Барский и др. М.: Химия, 1991г.
16. Ротач В.Я. Теория управления теплоэнергетическими процессами. Учебник для ВУЗов. М.: Энергоатомиздат, 1985г.
17. Плотников В.М., Подрешетников, Гончаров В.У. Средства контроля и автоматизации объектов.