

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ
к курсу лекций
«АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И
ВОДООТВЕДЕНИЯ»

Цель практических работ — приобретение обучающимися навыков разработки функциональной схемы, её описания для систем ВиВ, а также разработки алгоритма управления, на основе созданной ФСА в программной инструментальной среде, отладки разработанного алгоритма, программирования и наладки программируемого логического контроллера (ПЛК). Выполнение практических работ будет способствовать закреплению знаний обучающихся по основным разделам лекционного курса.

Формирование функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является основным техническим документом проекта, определяющим структуру управления технологическим процессом, а также оснащение его средствами автоматизации. ФСА представляет собой чертеж, на котором схематически изображены технологические аппараты (колонны, теплообменники и т.д.), машины (насосы, компрессоры и т.п.), трубопроводы, средства автоматизации (приборы, регуляторы, клапаны, вычислительные устройства, элементы телемеханики) и связи между ними. Вспомогательные устройства на этой схеме не показываются.

Оборудование (аппараты, машины) и трубопроводы изображают упрощенно по сравнению с технологической схемой, но так, чтобы была понятна связь технологического оборудования и средств автоматизации. Контуры графических изображений аппаратов и машин, а также соотношение их габаритных размеров должны, как правило, соответствовать действительным. В то же время допускается изображение объектов в виде прямоугольников.

Около или внутри каждого графического обозначения *аппарата (машины)* должно быть указано наименование или позиционное обозначение (арабскими цифрами). Разрешается использовать и буквенно-цифровое обозначение, например Т-3, Е-5 и т. д., где буква – наименование аппарата (Т – теплообменник; Е – емкость); цифра – порядковый номер аппарата среди ему подобных.

При обозначении аппаратов и машин буквами с цифрами или только одними цифрами на свободном поле схемы должна быть приведена таблица с перечнем оборудования.

Технологические трубопроводы изображают сплошными линиями толщиной от 0,5 до 1,5 мм. В соответствии с ГОСТ 2.784-96 трубопроводы можно показывать прерывистыми линиями с простановкой в местах разрыва линий двойных цифр (от 0.0 до 9.9), обозначающих вид жидкости или газа, движущихся по ним. Согласно этому ГОСТу цифра «1» обозначает воду, цифра «2» – пар, цифра «3» – воздух и т.д. Если в ГОСТ 2.784-96 отсутствует обозначение какого-либо вещества, то его вводят из резерва. На свободном поле схемы в этом случае нужно дать расшифровку нестандартных цифровых обозначений.

На технологических трубопроводах показывают в основном только те вентили, задвижки, заслонки, клапаны и другие, запорные и регулирующие органы, которые участвуют в контроле и управлении процессом.

На линиях, обозначающих трубопроводы, проставляют стрелки, указывающие направление движения вещества. У изображений линий трубопроводов, по которым вещество поступает и уходит из данной технологической схемы, делаются соответствующие надписи: «Из цеха абсорбции», «От насосов», «В схему полимеризации».

Приборы и средства автоматизации показываются в виде условных обозначений по ГОСТ 21.208-2013, который устанавливает два метода построения условных обозначений:

а) упрощенный (рис. 1);

б) развернутый (рис. 2).

При первом приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например контроль, регулирование, сигнализацию, а также выполненные в виде отдельных блоков, изображают общим условным обозначением. При этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру не изображают.

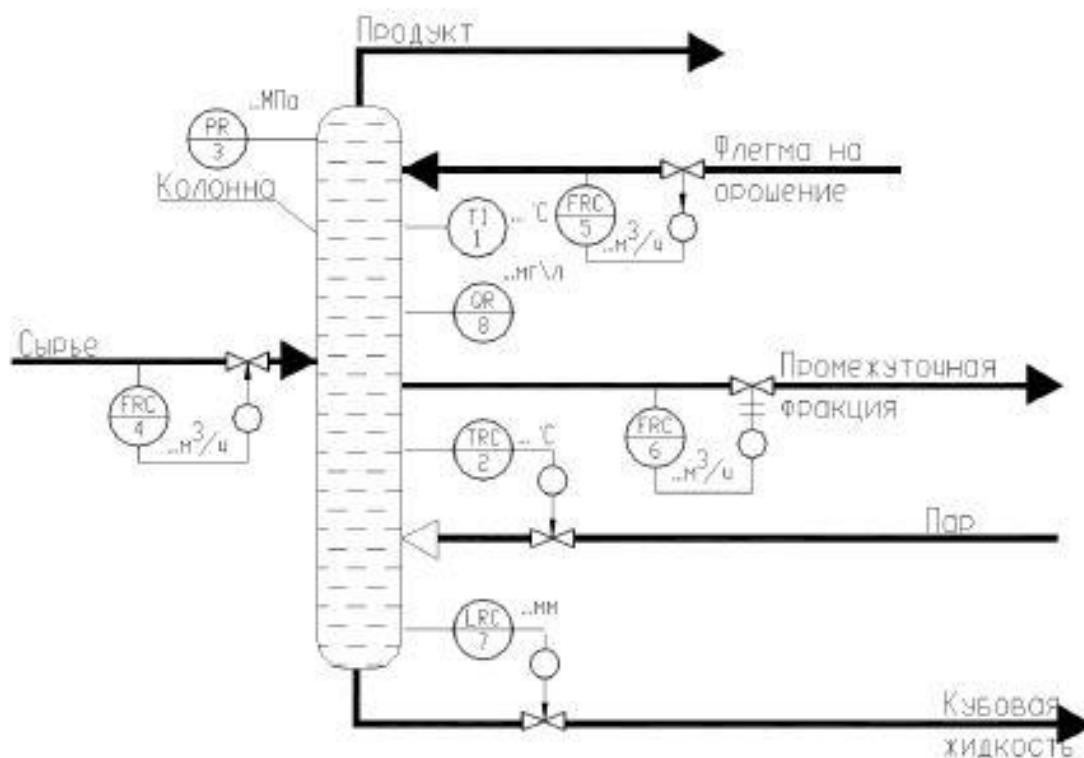


Рис. .1. Пример выполнения схемы автоматизации упрощенным способом

При втором методе каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект средств автоматизации, обозначают отдельно.

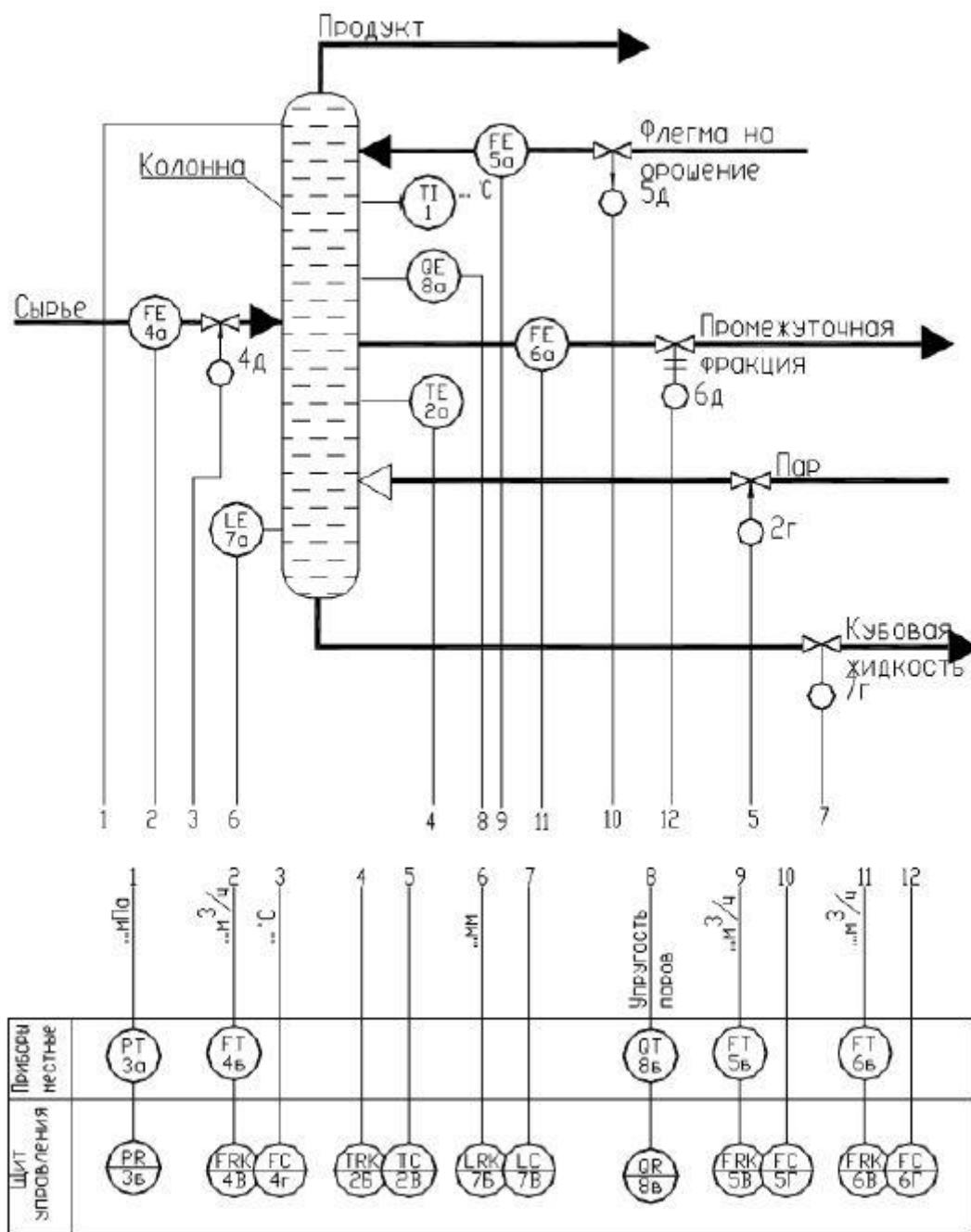


Рис. .2. Пример выполнения схемы автоматизации развернутым способом

Электрические устройства (звонки, сигнальные лампы и т.п., а также элементы вычислительной техники) показывают условными обозначениями по системе ЕСКД. В соответствии с ГОСТ 21.404-85 полное графическое изображение прибора состоит из его общего символа (табл. 1) и вписываемого в него буквенного символа, содержащего обозначение регулируемой величины и функциональных признаков прибора (табл. 2).

Буквенные символы вписываются в верхнюю часть окружности в таком порядке: основная измеряемая величина; обозначение, при необходимости уточняющее её; функциональный признак прибора. В случае наличия у прибора нескольких функциональных признаков их знаки должны быть расположены в следующем порядке: I, R, C, S, A, т. е. показание, регистрация, регулирование, включение – выключение, сигнализация.

Следует помнить, что нужно указывать не все функциональные признаки прибора, а лишь те, которые используются в данной схеме. Букву А применяют для включения в ФСА функции «сигнализация» независимо от того, вынесена ли специализированная аппаратура на какой-либо щит или используются лампы, встроенные в сам прибор. Букву S применяют для обозначения контактного устройства прибора, используемого только для включения, отключения, переключения, блокировки кнопок управления. В случае применения контактного устройства прибора для включения, отключения и одновременно сигнализации в обозначении прибора используют обе буквы: S и А.

Таблица 1

Графическое изображение приборов

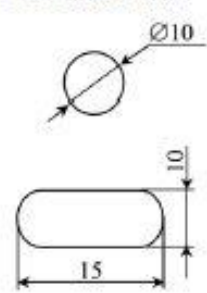
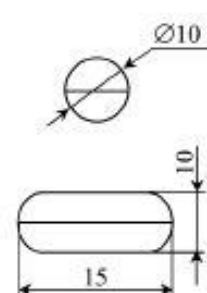
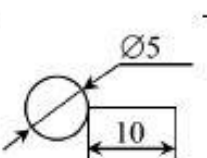
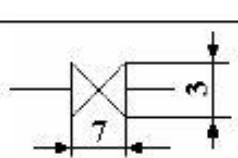
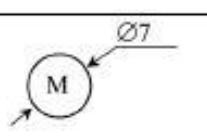
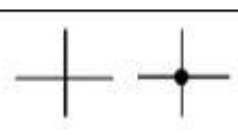
Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (датчик); прибор, установленный по месту: на технологическом трубопроводе, аппарате, стене	
Прибор, установленный на щите, пульте	
Исполнительный механизм	
Регулирующий орган (шибер, заслонка, регулирующий клапан)	
Электродвигатель	
Пересечение линий связи с соединением и без него	
Линии связи между средствами автоматизации	

Таблица 2

Буквенное обозначение измеряемых величин и функциональных признаков приборов

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Наименование	Дополнительные сведения	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
A	–	–	Сигнализация	–	–
C	–	–	–	Регулирование, управление	–
E	Любая электрическая величина (I, U, P)	–	–	–	–
H	Ручное воздействие	–	–	–	–
I	–	–	Показание	–	–
A	–	–	Сигнализация	–	–
C	–	–	–	Регулирование, управление	–
L	Уровень	–	–	–	Нижний предел измеряемой величины
P	Давление, вакуум	–	–	–	–
R	Радиоактивность	–	Регистрация	–	–
T	Температура	–	–	–	–
W	Масса	–	–	–	–

Пример построения условного обозначения прибора приведен на рис. 3.

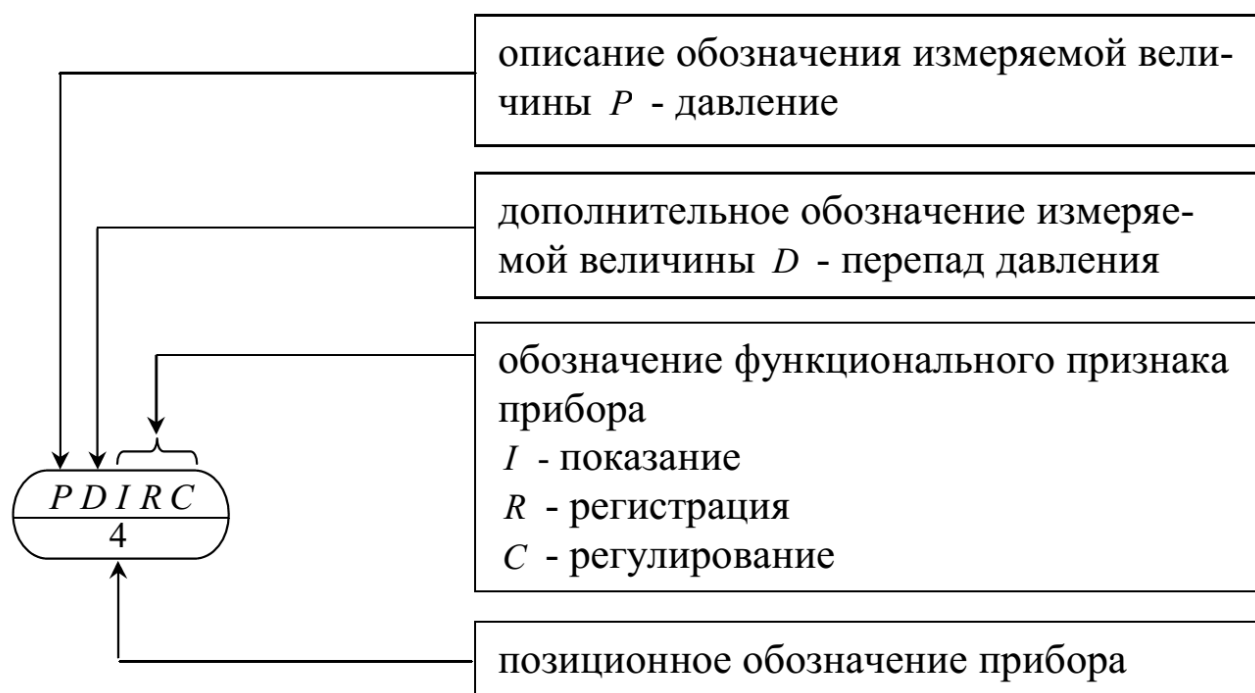


Рис. 3. Пример условного обозначения прибора

Предельные значения измеряемых величин, по которым выполняется, например, включение, отключение, блокировка, сигнализация, конкретизируют добавляя буквы Н и L. Их наносят справа от графического обозначения. При необходимости конкретизации измеряемой величины справа от графического обозначения прибора допускается указывать её наименование или символ.

Для обозначения величин, не предусмотренных данным ГОСТом, можно использовать резервные буквы, «смысл» которых должен быть расшифрован на схеме. Подвод линий связи к прибору изображают в любой точке графического обозначения (сверху, снизу, сбоку).

В качестве примеров рассмотрим условные обозначения некоторых приборов.

Прибор, установленный по месту (о чем свидетельствует отсутствие горизонтальной черты в окружности), предназначенный для измерения температуры (Т) с электрическим сигналом (Е) на выходе.

Приборы для измерения и регулирования температуры



Прибор, установленный по месту (о чем свидетельствует отсутствие горизонтальной черты в окружности), предназначенный для измерения температуры (Т) с электрическим сигналом (Е) на выходе.



Прибор, установленный по месту, измеряющий температуру (Т), показывающий (I).



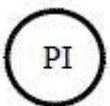
Прибор, установленный по месту, измеряющий температуру (Т), осуществляющий переключения (S) в системе автоматизации.



Прибор, установленный на щите регулирования (о чем свидетельствует горизонтальная черта в окружности), предназначенный для регулирования (С) температуры (Т) с контактным выходом (К).



Прибор, установленный на щите регулирования, регистрирующий (R) и регулирующий (C) температуру (Т).



Местный прибор для измерения давления (Р), показывающий (I).



Местный прибор для измерения разности давлений (PD), показывающий (I).



Прибор, установленный на щите регулирования, регулирующий (С) давление (Р).



Местный прибор измеряющий давление (Р), осуществляющий переключения (S) в системе автоматизации.



Местный прибор измеряющий давление (Р), с электрическим сигналом (Е) на выходе.

Приборы для измерения расхода



Местный прибор для измерения расхода (F) с электрическим сигналом (E) на выходе.



Прибор, установленный на щите регулирования для измерения расхода (F), показывающий (I) и интегрирующий (Q) по времени.



Местный прибор для измерения уровня с электрическим сигналом (E) на выходе.



Прибор, установленный на щите регулирования, фиксирующий верхний (H) уровень (L), осуществляющий переключения в схеме автоматизации (S).



Прибор, установленный на щите регулирования, фиксирующий нижний (L) уровень (L), осуществляющий переключения в схеме автоматизации (S).



Прибор, установленный на щите регулирования, фиксирующий верхний (H) уровень (L), осуществляющий переключения в схеме автоматизации (S) с функцией сигнализации (A).



Прибор, установленный на щите регулирования, фиксирующий нижний (L) уровень (L), осуществляющий переключения (S) в схеме автоматизации с функцией сигнализации (A).

Для определения по схеме принятой организации управления и контроля автоматизируемым объектом в нижней части чертежа показываются прямоугольники (рис. 4), условно отображающие:

а) все запроектированные щиты, пульты, включая щиты, поставляемые комплектно с технологическим оборудованием;

б) агрегатированные комплексы, машины централизованного контроля, УВМ и т.п.;

в) местные приборы, устанавливаемые вне щитов.

В каждом прямоугольнике с левой стороны (рис. 4) наносится графа для надписи, характеризующей назначение элемента САУ.

Приборы и средства автоматизации, располагаемые на щитах, пультах, показываются в соответствующих прямоугольниках, вне щитов – в прямоугольнике «Приборы местные».

Средства автоматизации соединяются линиями связи. Для сложных объектов с большим числом приборов допускается их разрывать. При этом оба конца линии нумеруются, а нумерация разрывов со стороны щитовых приборов дается в возрастающем порядке.

Приборы местные	
Щит оператора	

Рис. 4. Нижняя часть функциональной схемы

На линиях связи со стороны щитовых приборов следует указывать предельные значения измеряемых или регулируемых величин в единицах шкалы выбираемого прибора или системы СИ.

Для однотипных технологических объектов, имеющих общие щиты, стивы с аппаратурой и приборами, на схеме рекомендуется показывать технологическое оборудование одного объекта, а приборы и средства автоматизации, устанавливаемые на щите, показывать полностью для всех объектов.

Рассмотрим различные варианты [16]. Приборы, применяемые для контроля (регулирования), однотипны, контролируемые параметры имеют одинаковые значения, при этом все повторяющиеся приборы показывают на

щите один раз, а около их обозначения проставляют количество в штуках (рис.5).

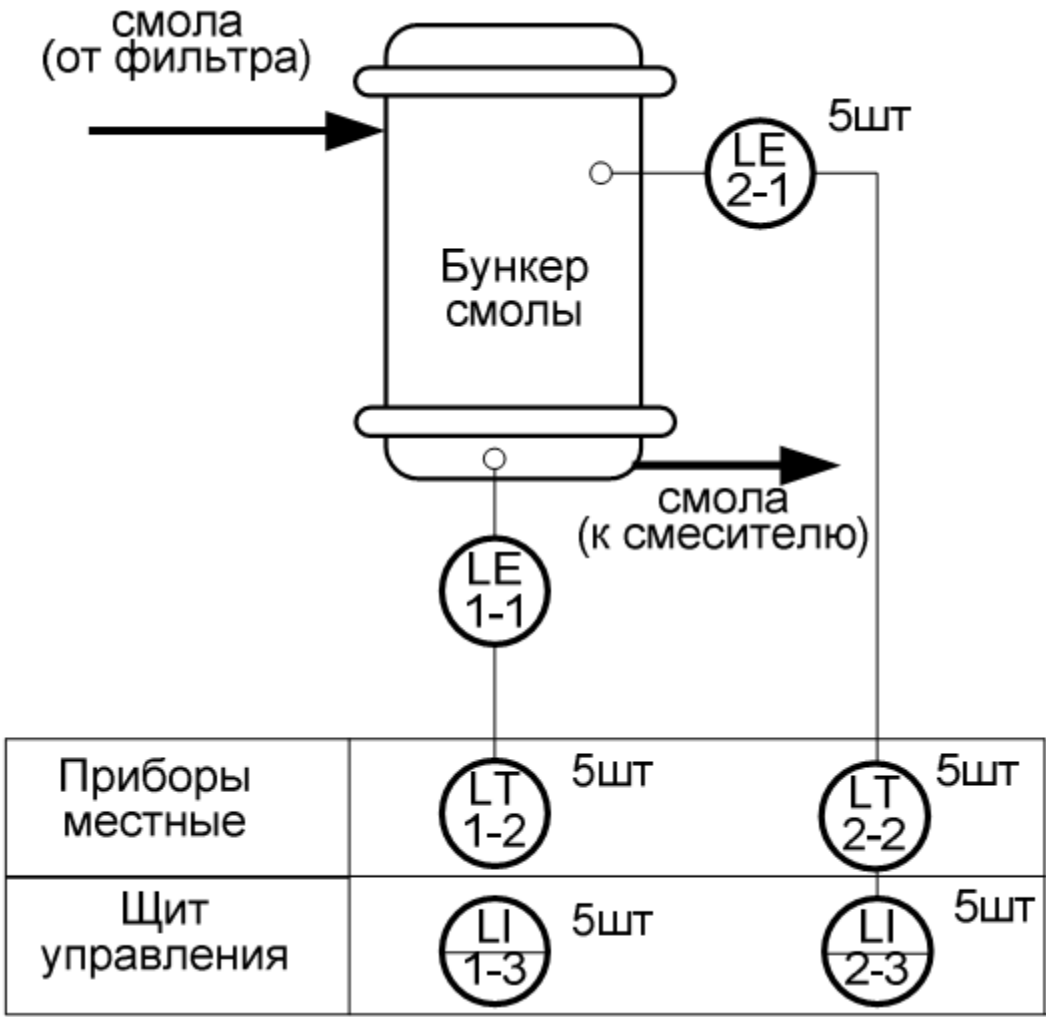


Рис. 5. Приборы и средства автоматизации однотипны и контролируемые параметры имеют одинаковые значения

Приборы однотипны, но контролируемые параметры имеют различные значения; при этом следует показывать на щите все приборы. Около линий связи, соединяющих приборы и средства автоматизации с управляемым объектом (без показанного технологического оборудования), дают пояснение, например: «от реактора 2» (рис. 6).

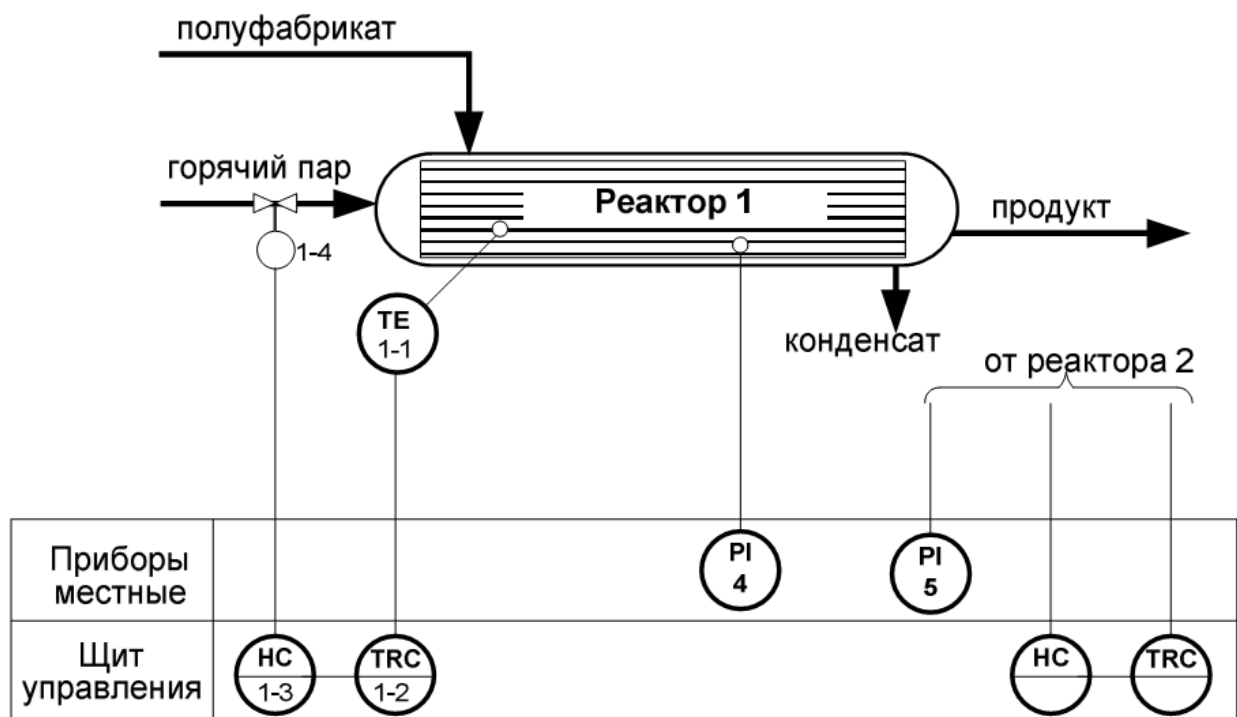


Рис. 6. Приборы и средства автоматизации однотипны, но контролируемые параметры имеют разные значения

Обозначение промышленных контроллеров (PLC) и рабочих станций SCADA-систем [16]. Стандарт ГОСТ 21.404-85 специально не оговаривает способы отображения на функциональной схеме функций управления, осуществляемых средствами вычислительной техники (программируемые контроллеры, промышленные компьютеры, АРМ и др.).

Промышленные контроллеры (PLC) и операторские станции SCADA-систем (системы диспетчерского управления) изображают с помощью прямоугольников. Их располагают в нижней части поля схемы в одном или нескольких горизонтальных рядах с указанием в каждом прямоугольнике соответствующего наименования.

При применении агрегатированных комплексов (промышленные контроллеры) и управляющих машин (рабочие станции SCADA-систем) допускается, кроме общего наименования, приводить наименование их отдельных блоков и функций. При этом прямоугольник, изображающий комплекс(машину), делят горизонтальными линиями на части, число которых соответствует количеству блоков(модулей) или функций.

Для промышленного контроллера (в прямоугольнике указывается его тип, например, Siemens, Omron, и т. п.) таким делением является наличие аналоговых (Analog) и дискретных (Discrete) модулей ввода (Input) и вывода (Output). Таким образом, возможны следующие варианты модулей AI (аналоговый ввод), AO (аналоговый вывод), DI (дискретный ввод), DO (дискретный вывод) с уточнением конкретного типа модуля для соответствующего контроллера. Взаимосвязь между модулями ввода и вывода (т. е. реализацию обратной связи) показывают условной штрихпунктирной линией, точно так же, как и обратную связь на структурной схеме системы автоматического управления.

При обозначении функций, осуществляемых операторскими станциями SCADA-систем (указывается ее конкретная программная реализация, например, In Touch, Genesis, Trace Mode и т. п.) целесообразно использовать те же буквы, что и при обозначении функциональных признаков приборов автоматизации:

I – показание;

R – регистрация;

C – регулирование или управление;

S – включение(отключение или переключение);

A – сигнализация и отмечать их наличие на мнемосхеме SCADA-системы соответствующим знаком (точкой).

На рис. 7 – 9 показаны примеры схем автоматизации с применением промышленных контроллеров и рабочих станций SCADA-систем.

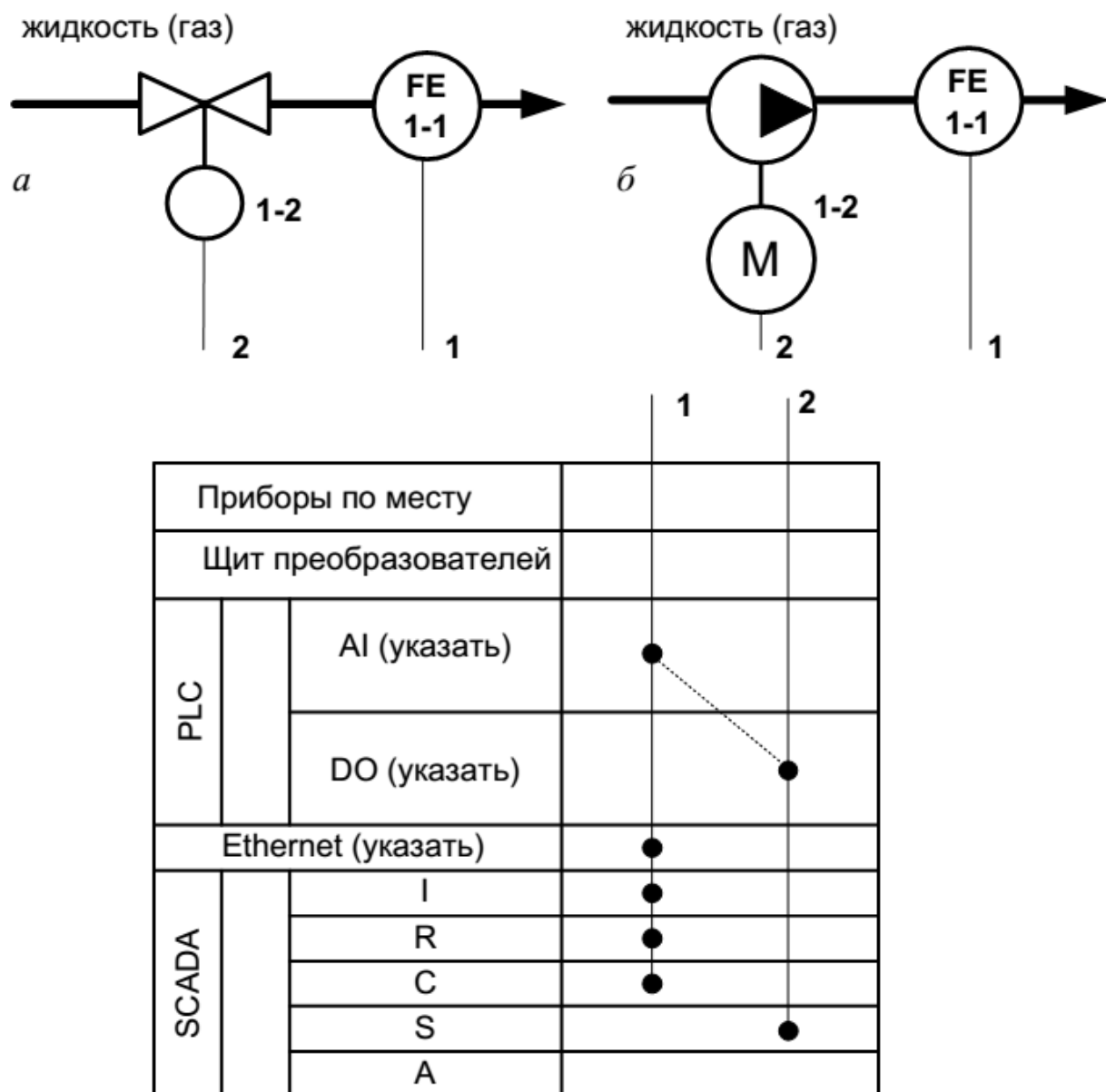


Рис. 7. Функциональные схемы систем автоматического регулирования (стабилизации) расхода жидкости (газа) при помощи изменения (а) проходного сечения вентилей и (б) числа оборотов насоса (частотное) на основе промышленного контроллера и рабочей станции SCADA-системы

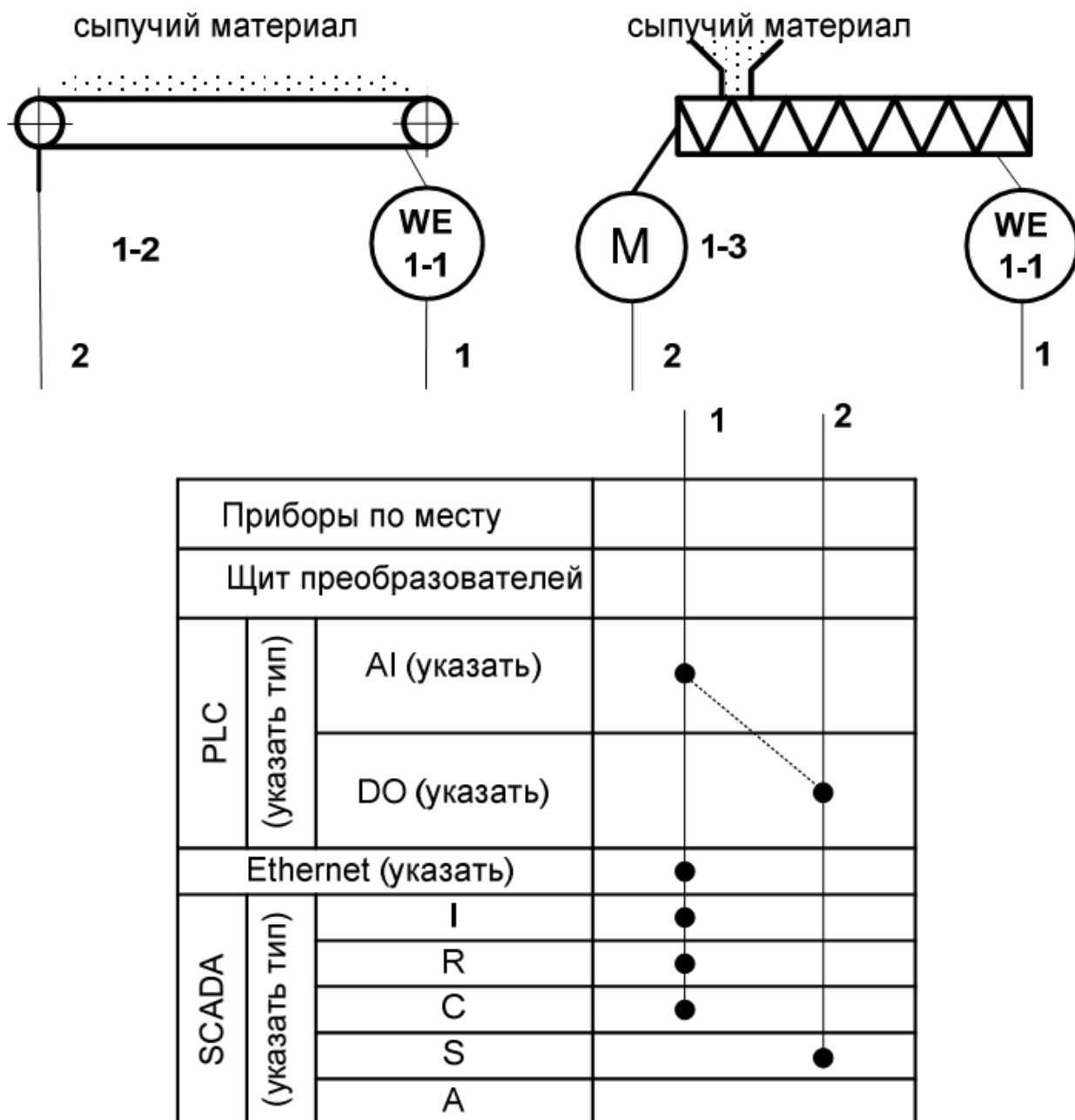


Рис. 8. Функциональная схема САУ (регулирования, стабилизации) массы сыпучего материала при помощи изменения числа оборотов (а) ленточного конвейера и (б) шнека на основе промышленного контроллера и рабочей станции SCADA-системы

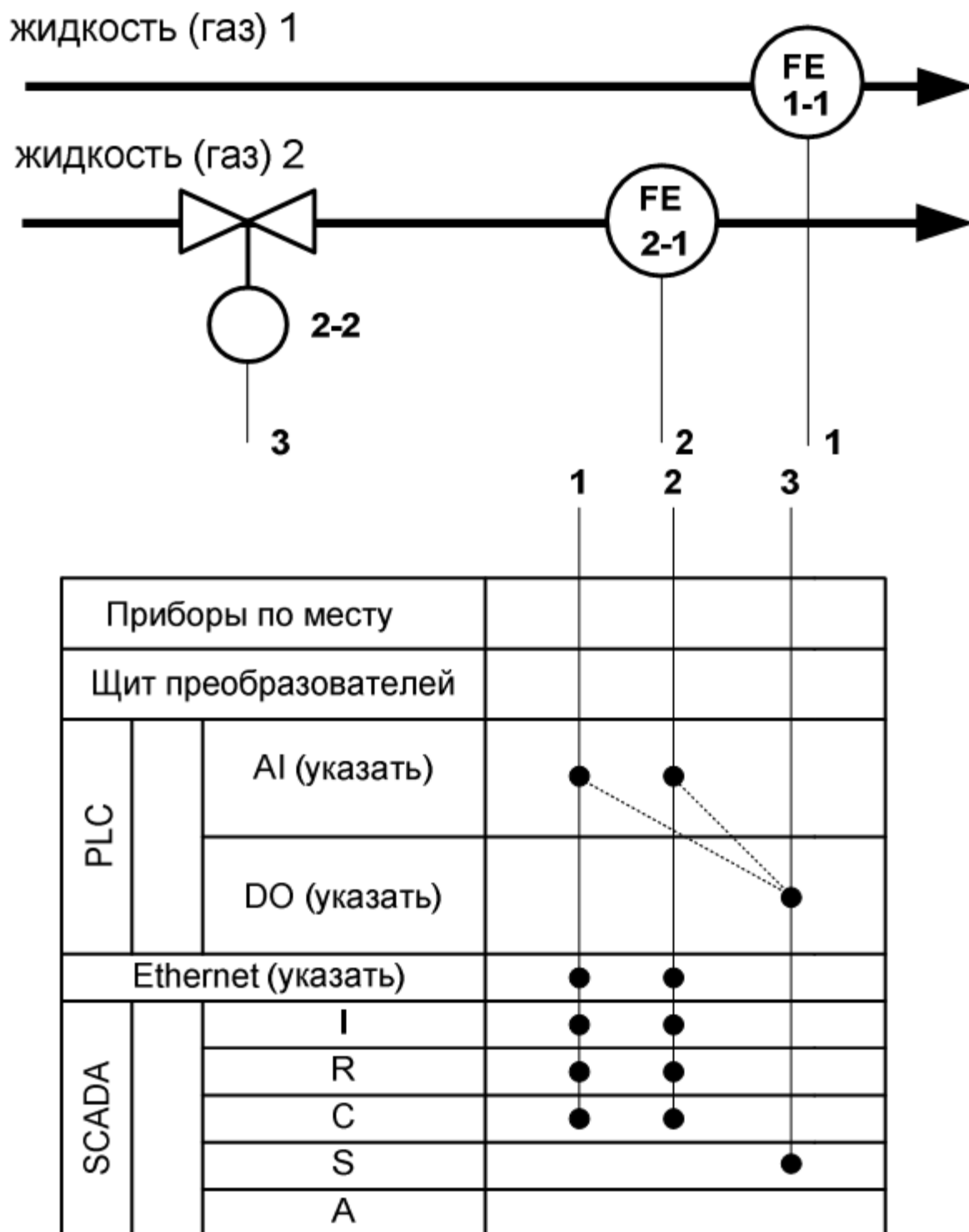


Рис. 9. Функциональная схема системы автоматического регулирования (стабилизации) соотношения двух компонентов (жидкостей, газов) при помощи вентиля на основе промышленного контроллера и рабочей станции SCADA-системы

Для отображения на схеме функций управления и контроля, осуществляемых средствами вычислительной техники, в настоящее время часто используются установившиеся «де-факто» отраслевые нормы и стандарты.

Распространенным способом отображения функций программируемого контроллера (или компьютера) является табличный способ, при котором входы-выходы контроллера и его функции обозначаются отдельными строками таблицы.

На рис. 10 изображен пример обозначения функций программируемого контроллера и промышленного компьютера (ПК) при управлении объектом. Отдельно показано устройство сопряжения с объектом (УСО), обеспечивающее ввод-вывод аналоговых сигналов (АС) и дискретных сигналов (ДС).

Линия 1 соответствует входному аналоговому сигналу, подаваемому на аналоговый вход УСО и поступающему в контроллер. Контроллер осуществляет контроль величины, соответствующий этому сигналу, и передает информацию о величине компьютеру ПК. ПК обеспечивает регистрацию величины и её индикацию на мнемосхеме управляемого объекта (в SCADA-системе).

Сигнал 2 является дискретным и поступает на дискретный вход УСО. Контроллер использует этот сигнал для программно-логического управления (ПЛУ). Информация о сигнале передается контроллером в ПК. На основании этого сигнала ПК выполняет функцию защиты.

Выходной сигнал управления формируется контроллером при решении задачи ПЛУ с учетом блокирующего сигнала от ПК. Сформированный сигнал управления выводится на соответствующий исполнительный механизм с дискретного выхода УСО (линия 3 является выходом управляющего сигнала). Недостатком такого изображения функций управления является то, что в обозначении функции отсутствует информация об управляемой величине и ограниченные возможности с точки зрения числа одновременно отображаемых функций.

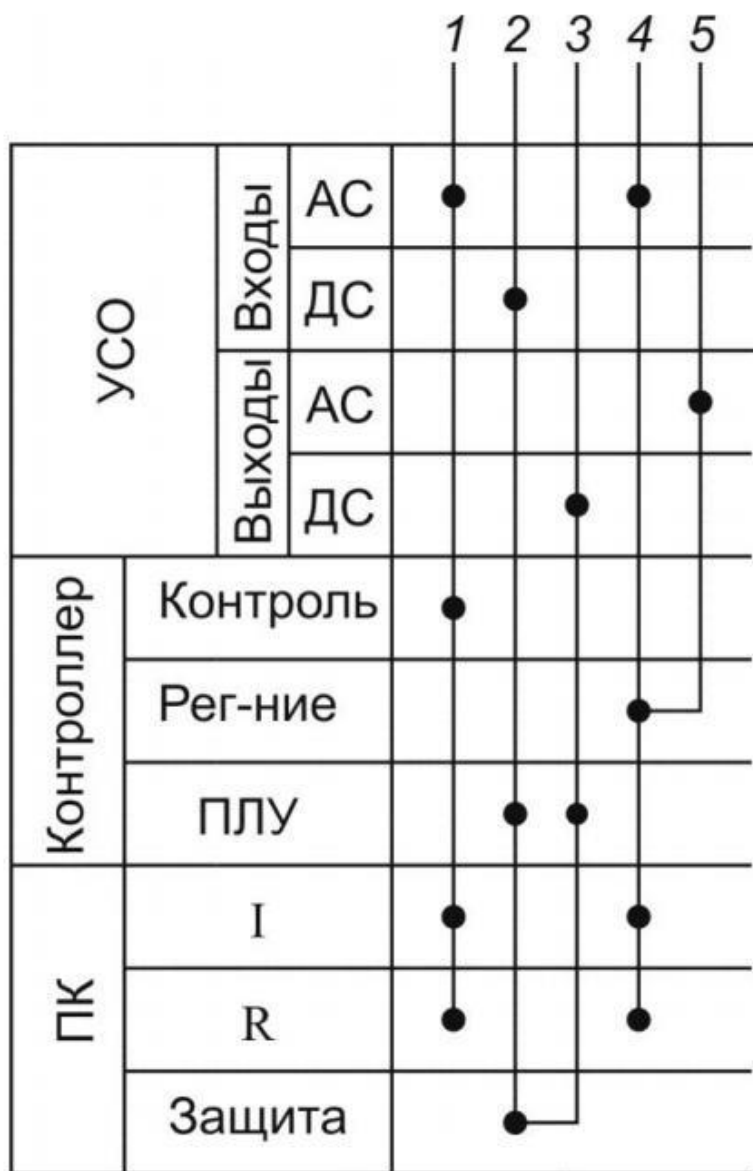


Рис. 10. Функциональная схема с обозначением компьютера

Примеры различных вариантов оформления функциональных схем приведены на рис. 11 – 12

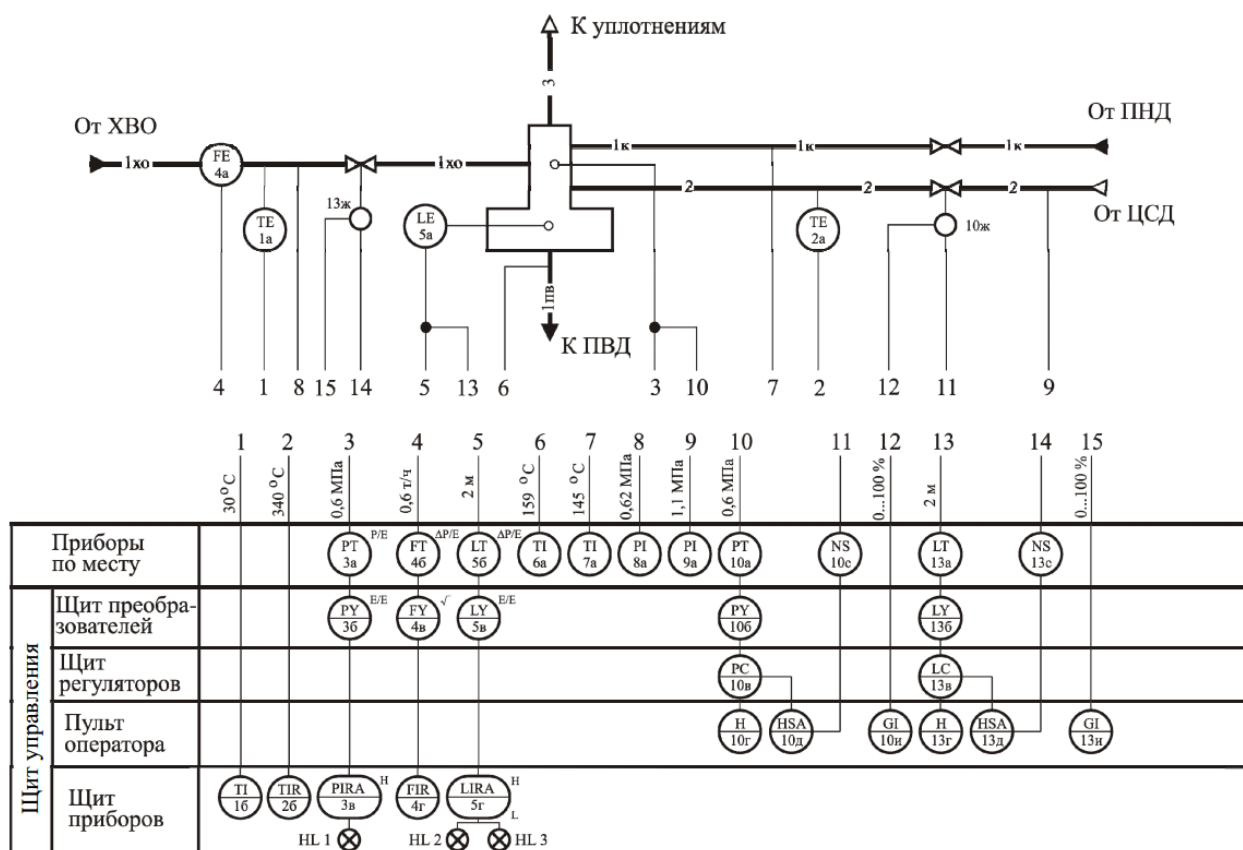


Рис. 11. Функциональная схема автоматического контроля и регулирования деаэратором

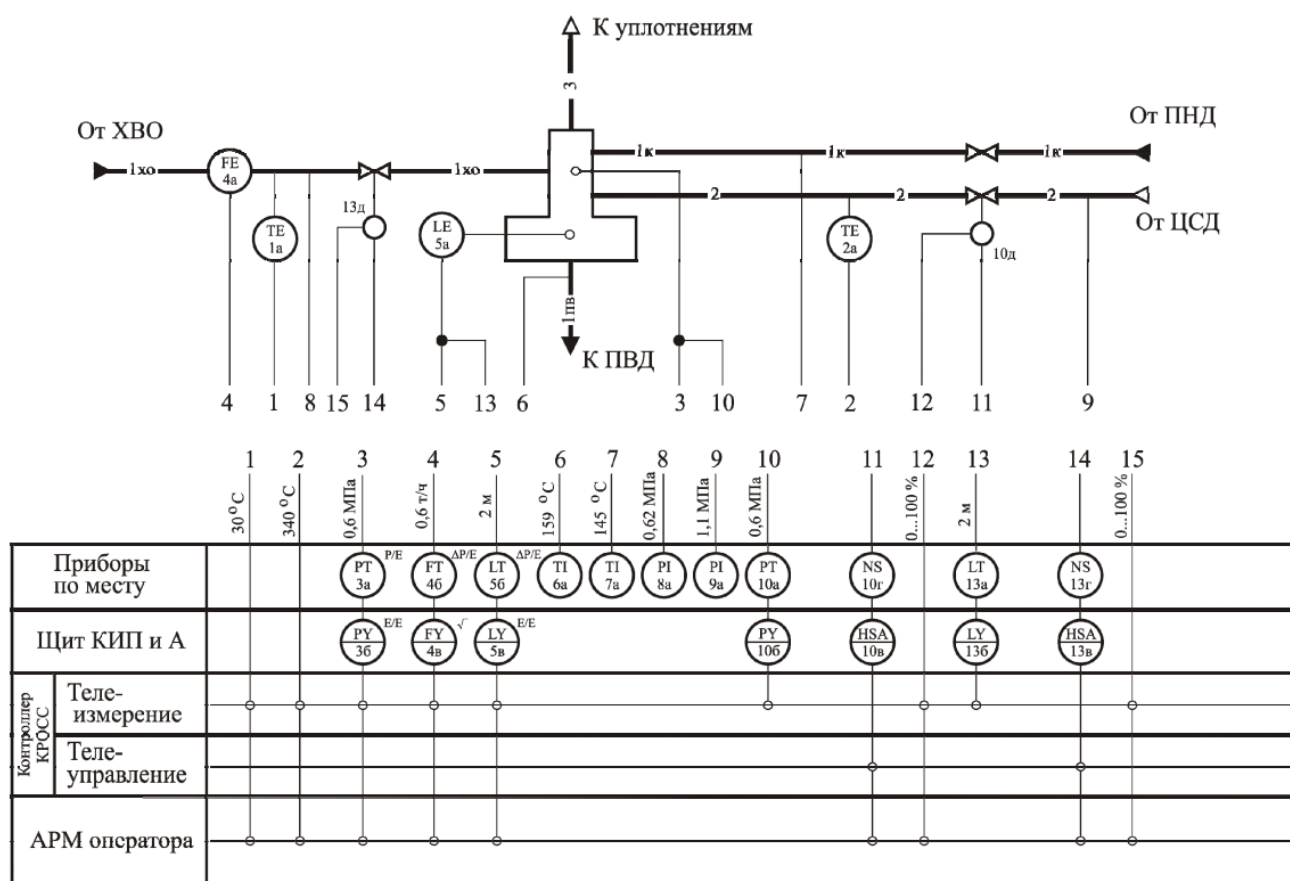


Рис. 12. Функциональная схема автоматизированного контроля и управления деаэратором

Форма заказной спецификации приборов и средств автоматизации и примеры заказных спецификаций для функциональных схем рис. 11 , 12 и 13 соответственно представлены в табл. 3, 4 и 5.

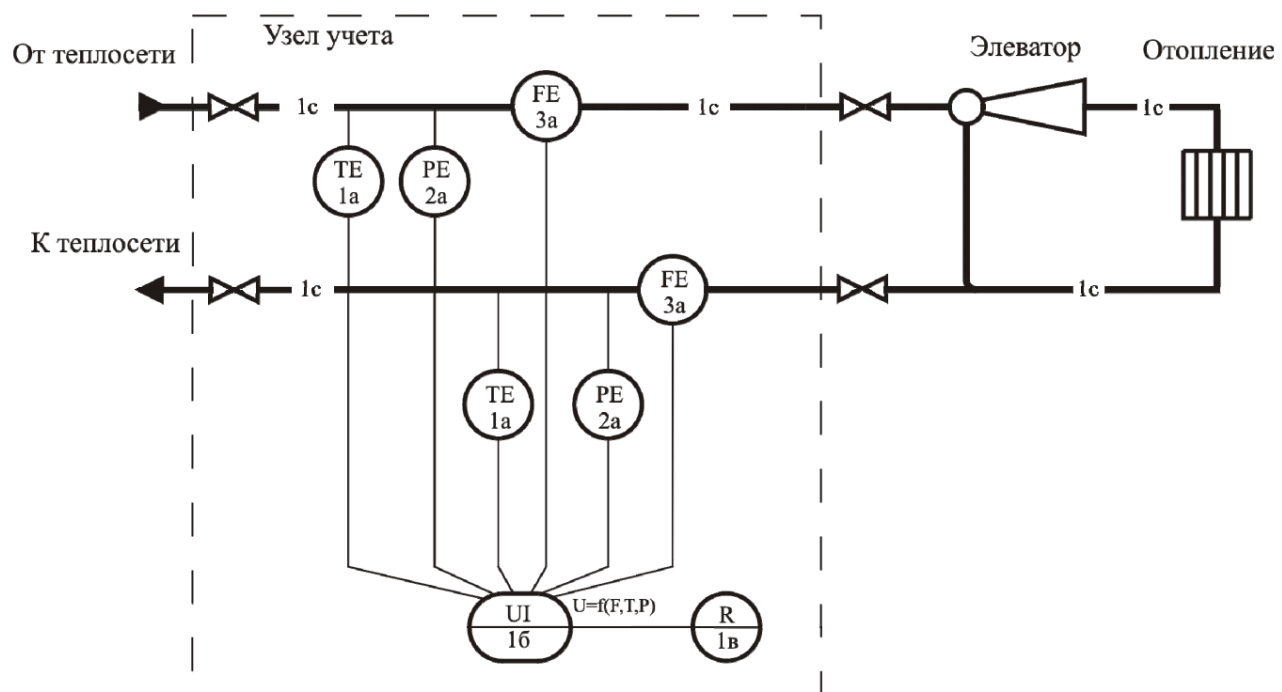


Рис. 13. Функциональная схема учета тепловой энергии

Таблица 3

Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации	Тип и марка прибора	Кол-во
1	2	3	4
1а	Термопреобразователь сопротивления, погружаемый, НСХ 50М, класс допуска В, монтажная длина 250 мм. ПГ «Метран», г. Челябинск.	ТСМ-0193-250	1
1б	Измерительный прибор аналоговый, показывающий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %. Выходной сигнал 4...20 мА. Первый канал: шкала $-50...50$ °С, НСХ 50М. ПГ «Метран» г. Челябинск.	A100-H-221	1
2а	Преобразователь термоэлектрический, НСХ К(ХА), длина монтажной части 160 мм, класс допуска 2, количество чувствительных элементов 1. ПГ «Метран» г. Челябинск.	ТХА Метран-201-01-160-2-1	1

1	2	3	4
2б	Измерительный прибор аналоговый, показывающий, регистрирующий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %. Выходной сигнал 4...20 мА. Первый канал: шкала 0...400 °С, НСХ К (ХА). ПГ «Метран» г. Челябинск.	А100-Н-111	1
3а, 10а	Преобразователь избыточного давления, 0...630 кПа, аналоговый, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-43-Ех-ДИ-3141-01-0,5 %-630 кПа-4...20 мА	2
3б, 10б	Блок питания с линейной характеристикой, напряжение питания 220 В, климатическое исполнение УХЛ 3.1, выходной сигнал 4...20 мА. ЗАО «Манометр», г. Москва.	БПС-24П, 1-УХЛ 3, 4...20	2
3в	Прибор аналоговый, показывающий, регистрирующий, сигнализирующий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, шкала 0...1 МПа, входной сигнал 4...20 мА, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	А 100-2125	1
4а	Диафрагма камерная, условное давление 10 МПа, условный диаметр 100 мм. ПГ «Метран», г. Челябинск.	ДКС 10-100	1
4б	Преобразователь разности давлений, аналоговый, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, верхний предел измерений 400 кПа, рабочее избыточное давление 4 МПа, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-43Ф-Вн-ДД-3494-0,5 %-400 кПа-4 МПа-4...20 мА	1
4в	Блок питания с корнеизвлекающей характеристикой, напряжение питания 220 В, климатическое исполнение ТВ 3, выходной сигнал 4...20 мА. ЗАО «Манометр», г. Москва.	БПС-24К, 2-ТВ 3, 4...20	1
4г	Прибор аналоговый, показывающий, регистрирующий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, верхний предел измерения 0,63 т/ч, входной сигнал 4...20 мА, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	А 100-2125	1

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
5а	Сосуд уравнильный, условное давление 6,3 МПа. ПГ «Метран», г. Челябинск.	СУ-6,3-2-А	1
5б, 13а	Преобразователь гидростатического давления, аналоговый, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, верхний предел измерений 250 кПа, рабочее избыточное давление 10 МПа, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-43Ф-ДГ-3595-01-0,5 %-250 кПа-10 МПа-4...20 мА	2
5в, 13б	Блок питания с линейной характеристикой, напряжение питания 220 В, климатическое исполнение УХЛ 3.1, выходной сигнал 4...20 мА. ЗАО «Манометр», г. Москва.	БПС-24П,1-УХЛ 3, 4...20	2
5г	Прибор аналоговый, показывающий, регистрирующий, сигнализирующий, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, шкала ± 2500 мм (± 250 кПа), входной сигнал 4...20 мА, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	А 100-2125	1
6а, 7а	Термометр, диапазон измерения 0...200 °С, цена деления 2 °С, длина 260 мм. ОАО «Теплоприбор» г. Клин.	ТТ-6	2
8а	Манометр, диапазон показаний 0...10 кгс/см ² , класс точности 1,5. АО «Манотомь», г. Томск.	МПЗ-У-10 кгс/см ² - 1,5	1
9а	Манометр, диапазон показаний 0...16 кгс/см ² , класс точности 1,5. АО «Манотомь», г. Томск.	МПЗ-У-16 кгс/см ² - 1,5	1
10в, 13в	Устройство регулирующее, входные сигналы 4...20 мА. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	РП4-У-М1	2
10г, 13г	Задатчик ручной. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	РЗД-12	2
10д, 13д	Блок ручного управления. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	БРУ-22	2
10е	Пускатель бесконтактный реверсивный. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары	ПБР-2М	1

Окончание табл. 1

1	2	3	4
10ж	Механизм электроисполнительный прямоходный с номинальным усилием на выходном штоке 25000 Н, номинальное значение времени полного хода штока 100 с, номинальное значение полного хода штока 50 мм, в составе с реостатным блоком сигнализации положения выходного штока; год разработки – 1999. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	МЭП-25000/100-50Р-99	1
13е	Пускатель бесконтактный реверсивный. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары	ПБР-3А	1
13ж	Механизм электроисполнительный однооборотный с номинальным значением момента на выходном валу 4000 Н·м, номинальное значение времени полного хода 63 с, номинальное значение полного хода 0,25 об., в составе с реостатным блоком сигнализации положения выходного вала; год разработки – 1997. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	МЭО-4000/63-0,25Р-97	1
10и, 13и	Дистанционный указатель положения выходного вала электрического исполнительного механизма с реостатным датчиком. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары	ДУП–М	2

Таблица 4

Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации	Тип и марка прибора	Кол-во
1	2	3	4
1а	Термопреобразователь сопротивления, погружаемый, НСХ 50М, класс допуска В, монтажная длина 250 мм. ПГ «Метран», г. Челябинск.	ТСМ-0193-250	1
2а	Преобразователь термоэлектрический, НСХ К(ХА), длина монтажной части 160 мм, класс допуска 2, количество чувствительных элементов 1. ПГ «Метран» г. Челябинск.	ТХА Метран-201-01-160-2-1	1
3а, 10а	Преобразователь избыточного давления, 0...630 кПа, аналоговый, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-43-Ех-ДИ-3141-01-0,5 %-630кПа-4..20 мА	2
3б, 10б	Блок питания с линейной характеристикой, напряжение питания 220 В, климатическое исполнение УХЛ 3.1, выходной сигнал 4...20 мА. ЗАО «Манометр», г. Москва.	БПС-24П, 1-УХЛ 3, 4...20	2

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
4а	Диафрагма камерная, условное давление 10 МПа, условный диаметр 100 мм. ПГ «Метран», г. Челябинск.	ДКС 10-100	1
4б	Преобразователь разности давлений, аналоговый, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, верхний предел измерений 400 кПа, предельно-допускаемое рабочее избыточное давление 4 МПа, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-43Ф-Вн-ДД-3494-0,5 % -400 кПа-4 МПа-4...20 мА	1
4в	Блок питания с корнеизвлекающей характеристикой, напряжение питания 220 В, климатическое исполнение ТВ 3, выходной сигнал 4...20 мА. ЗАО «Манометр», г. Москва.	БПС-24К, 2-ТВ 3, 4...20	1
5а	Сосуд уравнильный, условное давление 6,3 МПа. ПГ «Метран», г. Челябинск.	СУ-6,3-2-А	1
5б, 13а	Преобразователь гидростатического давления, аналоговый, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, верхний предел измерений 250 кПа, предельно-допускаемое рабочее избыточное давление рабочее давление 10 МПа, выходной сигнал 4...20 мА. ПГ «Метран» г. Челябинск.	Метран-43Ф-ДГ-3595-01-0,5 %-250 кПа-10 МПа-4...20 мА	2
5в, 13б	Блок питания с линейной характеристикой, напряжение питания 220 В, климатическое исполнение УХЛ 3.1, выходной сигнал 4...20 мА. ЗАО «Манометр», г. Москва.	БПС-24П, 1-УХЛ 3, 4...20	2
6а, 7а	Термометр, диапазон измерения 0...200 °С, цена деления 2 °С, длина 260 мм. ОАО «Теплоприбор» г. Клин.	ТТ-6	2
8а	Манометр, диапазон показаний 0...10 кгс/см ² , класс точности 1,5. АО «Манотомь», г. Томск.	МПЗ-У-10 кгс/см ² -1,5	1
9а	Манометр, диапазон показаний 0...16 кгс/см ² , класс точности 1,5. АО «Манотомь», г. Томск.	МПЗ-У-16 кгс/см ² -1,5	1
10в, 13в	Блок ручного управления. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	БРУ-22	2
10г	Пускатель бесконтактный реверсивный. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	ПБР-2М	1

1	2	3	4
10д	Механизм электроисполнительный прямоходный с номинальным усилием на выходном штоке 25000 Н, номинальное значение времени полного хода штока 100 с, номинальное значение полного хода штока 50 мм, в составе с реостатным блоком сигнализации положения вы ходного штока; год разработки – 1999. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	МЭП-25000/100-50Р-99	1
13г	Пускатель бесконтактный реверсивный. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	ПБР-3А	1
13д	Механизм электроисполнительный однооборотный с номинальным значением момента на выходном валу 4000Н·м, номинальное значение времени полного хода 63 с, номинальное значение полного хода 0,25 об., в составе с реостатным блоком сигнализации положения выходного вала; год разработки – 1997. ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.	МЭО-4000/63-0,25Р-97	1
	Контроллер многоканальный, многофункциональный, регулирующий, микропроцессорный КРОСС. В состав контроллера входят следующие блоки (модули):		
1	Блок центральный в составе модуля процессора SM2-CPU-1,5	ЦБ1	1
2	Базовый монтажный блок	SMART2-BASE	1
3	Модуль согласования	ИСК1	1
4	Модуль устройства связи с объектом	ТС1-7	1
5	Модуль устройства связи с объектом	АИ1-8	1
6	Модуль устройства связи с объектом	DIO1-8/8	1
7	Блок питания	ЛОК 4601-2R/P-ONE/	1
8	Модуль питания	DC-24/5	1
9	Блок терминальный	T1-AI	1
10	Блок терминальный	T1-TC	1
11	Блок терминальный	T1-D	1
12	Соединение гибкое	C1-AI	1
13	Соединение гибкое	C1-TC	1
14	Соединение гибкое	C1-D	1
	ОАО «ЗЭиМ», г. Чебоксары.		

Таблица 5

Заказная спецификация приборов и средств автоматизации

Позиция	Наименование, техническая характеристика приборов и средств автоматизации	Тип и марка прибора	Кол-во
1	2	3	4
	Теплосчетчик СТ «Сибирь». Комплектно поставляется:		
1а	Термопреобразователь сопротивления, погружаемый, НСХ Pt500, класс допуска В, монтажная длина 80 мм.	Pt500	2
1б	Тепловычислитель	MULTICAL	1
3а	Преобразователь расхода, электромагнитный, диаметр условный $D_y=32$ мм, верхний предел измерения 10 т/ч. ООО «ТМ-Комплект», г. Новосибирск	ПРЭМ-2	2
1в	Персональная ЭВМ		1
2а	Преобразователь избыточного давления, 0...1 МПа, аналоговый, предел допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 0,5$ %, выходной сигнал 4...20 мА. Блок питания с линейной характеристикой БПД-40-2К. ПГ «Метран», г. Челябинск.	Метран-43-Ех-ДИ-3141-01-0,5 %-1МПа-4...20 мА	2

Разработка алгоритма работы

Для решения вопроса автоматизации выбранного объекта и создания алгоритма была использована система КОНГРАФ.

Инструментальная система КОНГРАФ предназначена для разработки алгоритмов управления для приборов комплекса КОНТАР. Программа дает пользователю возможность на доступном технологическом языке функциональных блоков запрограммировать свою задачу или выбрать наиболее близкое решение из предлагаемого набора типовых проектов. Программа позволяет создавать проекты как для одного контроллера, так и группы контроллеров, объединённых в единую приборную сеть. При этом ресурсы могут быть оптимально распределены между контроллерами. Требуемый для управления объектом алгоритм разрабатывается с помощью встроенной в программу библиотеки функций. Библиотека функций постоянно расширяется при появлении новых версий программы, что добавляет новые возможности при составлении алгоритма. Программа дает возможность произвести отладку всего алгоритма или его части и устранить ошибки до загрузки в контроллеры. После разработки алгоритма проводится компиляция, результатом которой является файлы с исполняемым кодом (они загружаются в сами приборы).

Данный алгоритм позволит нам следить за состоянием системы, отслеживать возможные аварии, а также контролировать необходимые параметры, такие как давление. Так же он позволит управлять частотными преобразователями и приводами клапанов. Приобретается в том числе и возможность устранения аварий в случае сбоев в работе оборудования. В проекте присутствует система диспетчеризации, в которую можно загрузить имеющийся алгоритм, что позволит наблюдать за системой и контролировать из любого местонахождения, где есть интернет.

Практическая работа №1

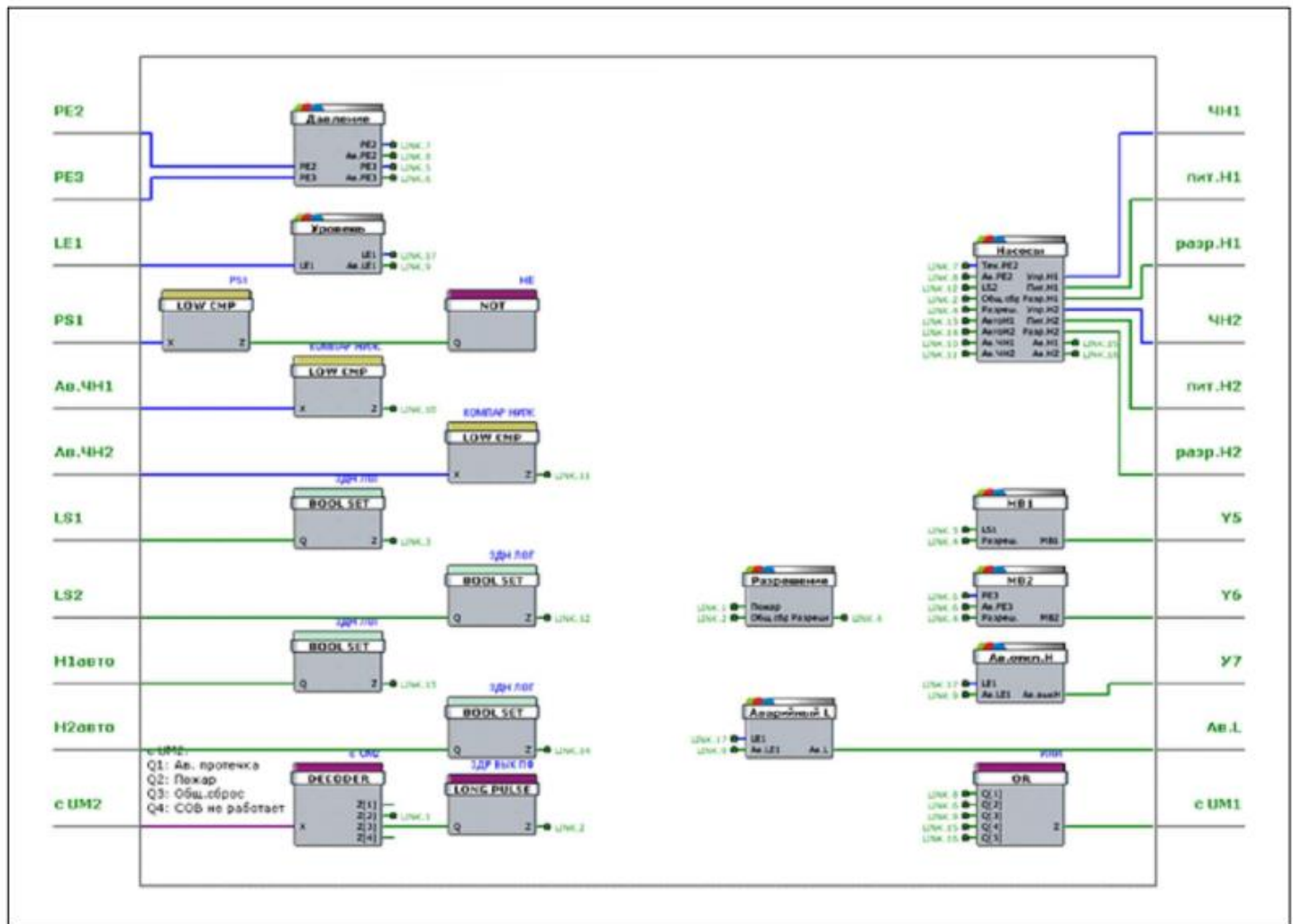
«Управление системой водоподготовки»

Разработка функциональной схемы системы водоподготовки. Описание входных и выходных параметров. Построение блок-схемы управления системой водоподготовки. Описание блок-схемы (алгоритма управления).

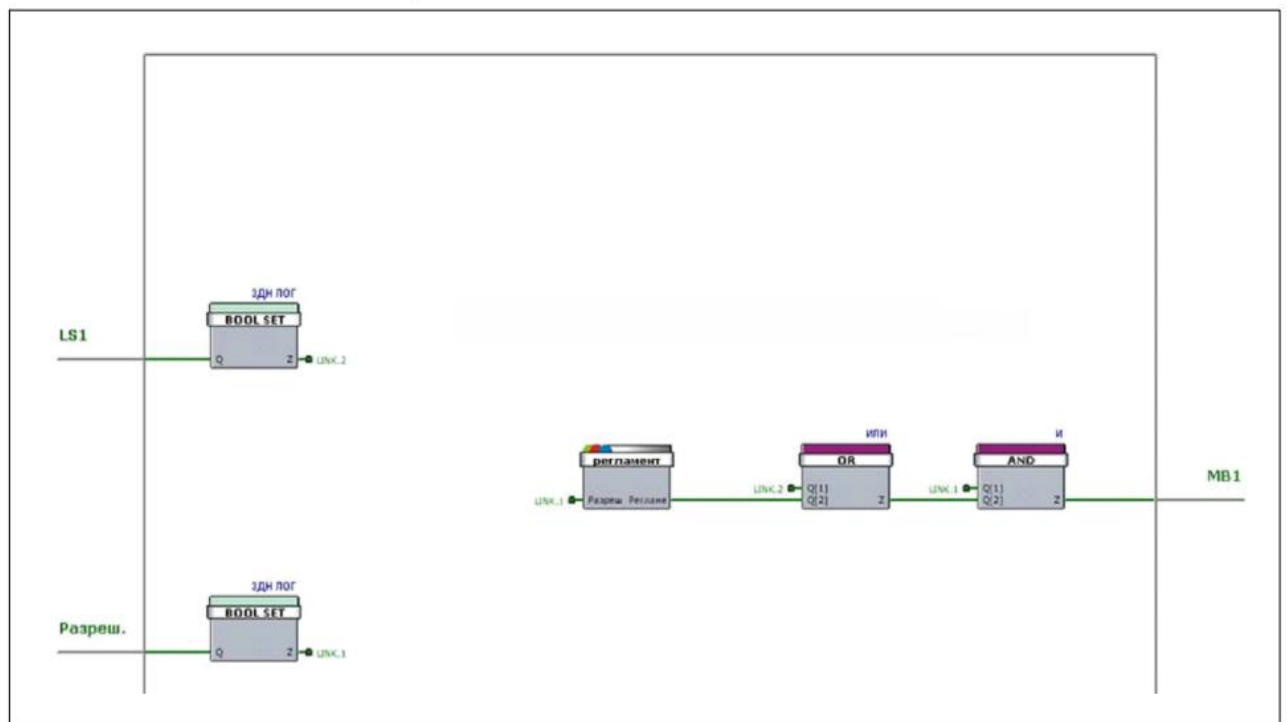
Практическая работа выполняется в программе AutoCAD/ КОНГРАФ/ CONSOLE в лаборатории кафедры.

Функциональная схема автоматизации системы водоподготовки

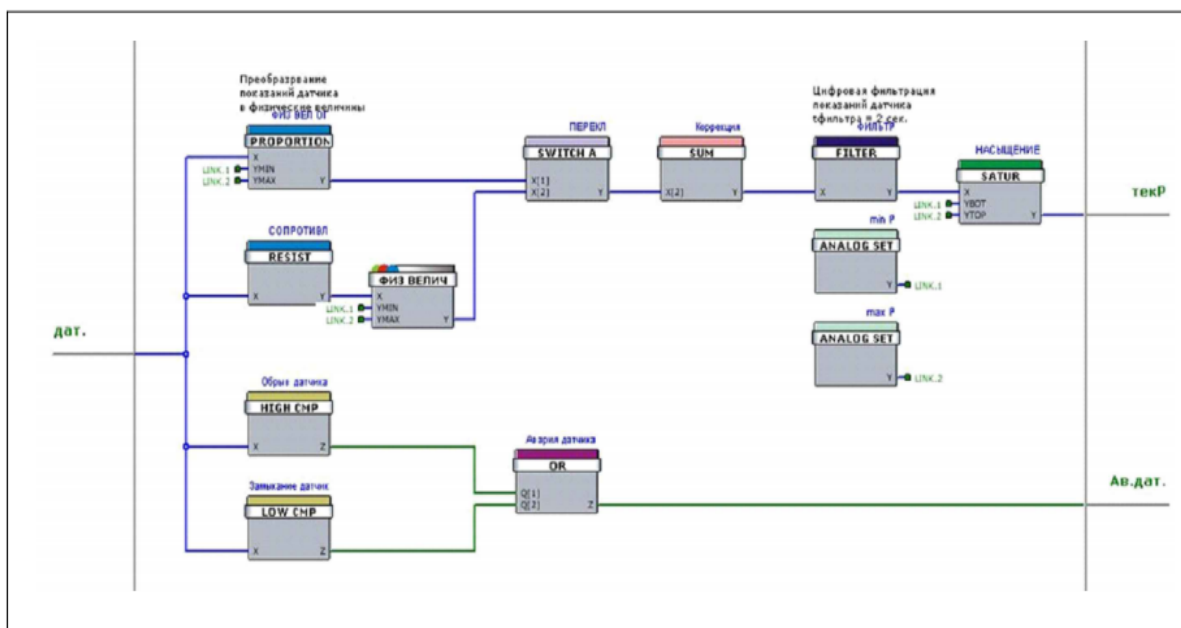
Стартовая страница алгоритма



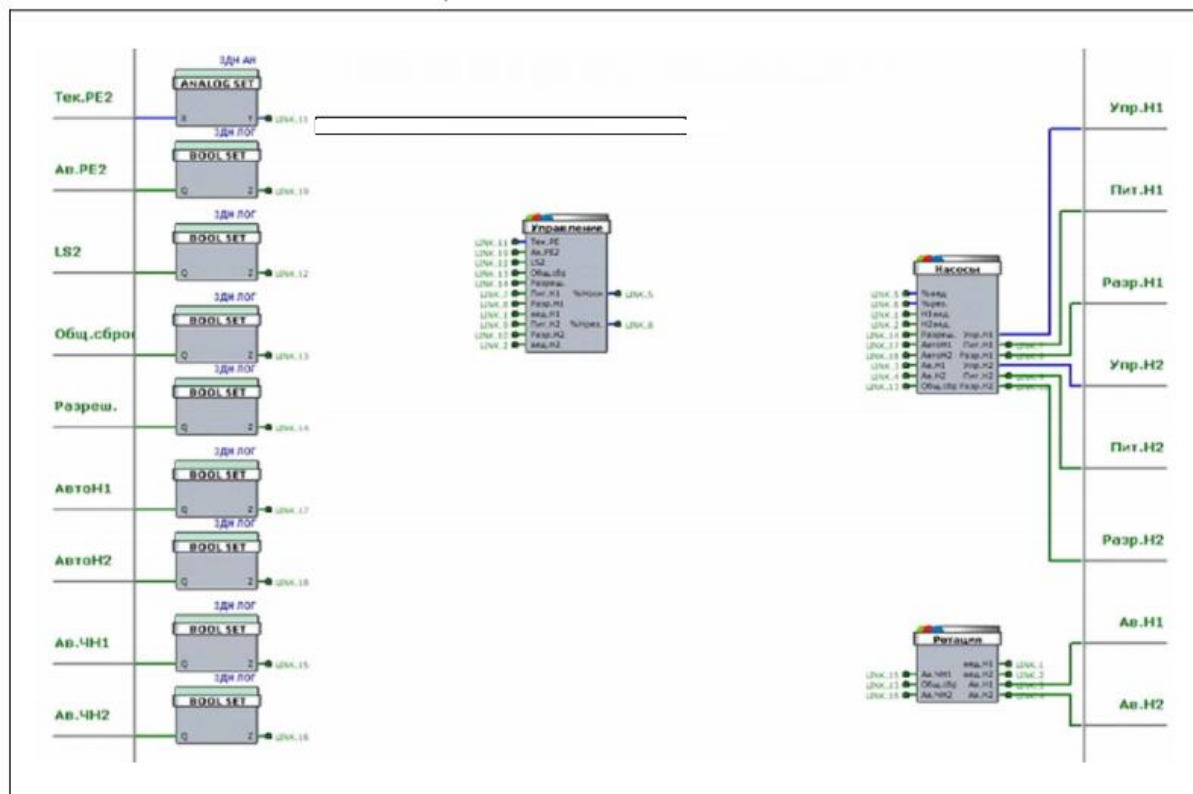
Управление питающим клапаном



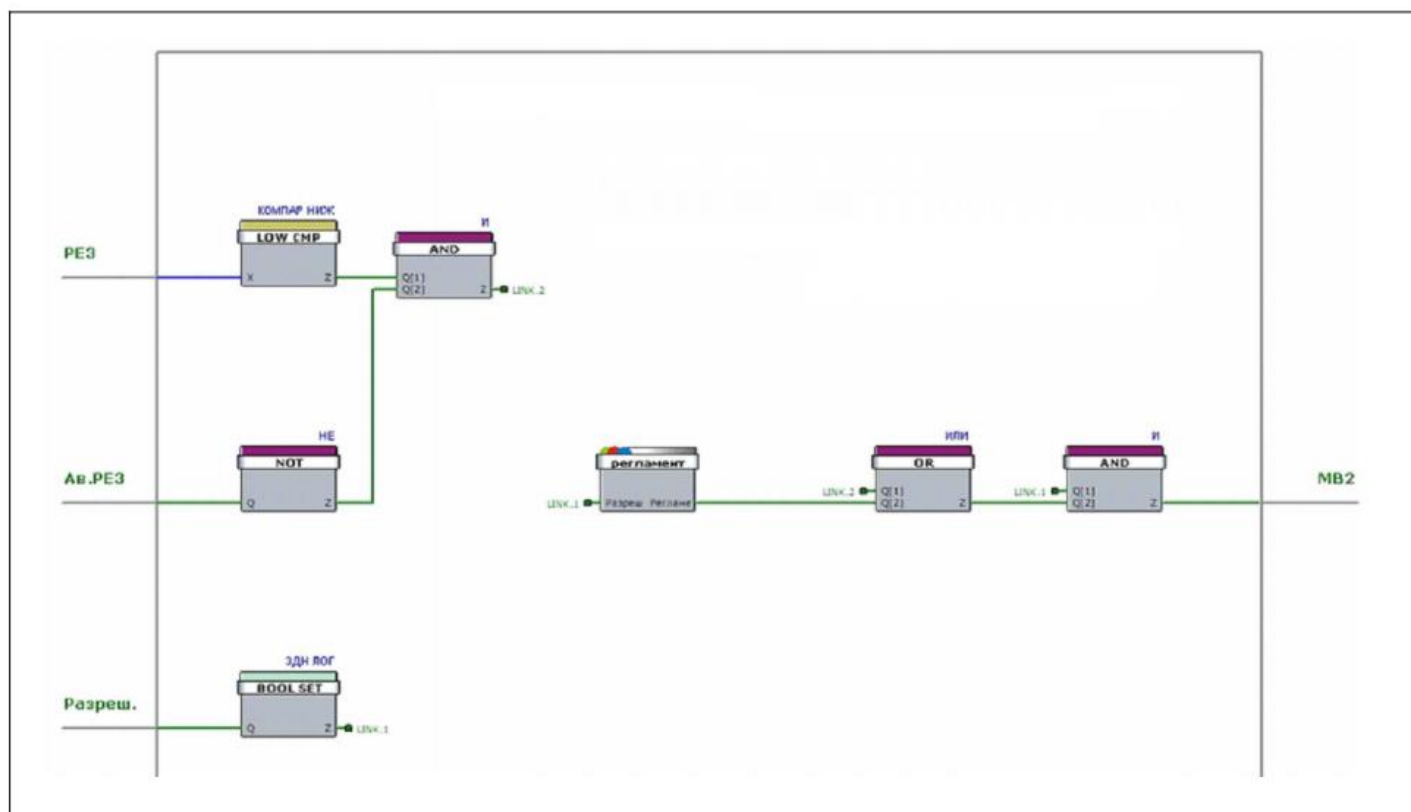
Давление после подпитки



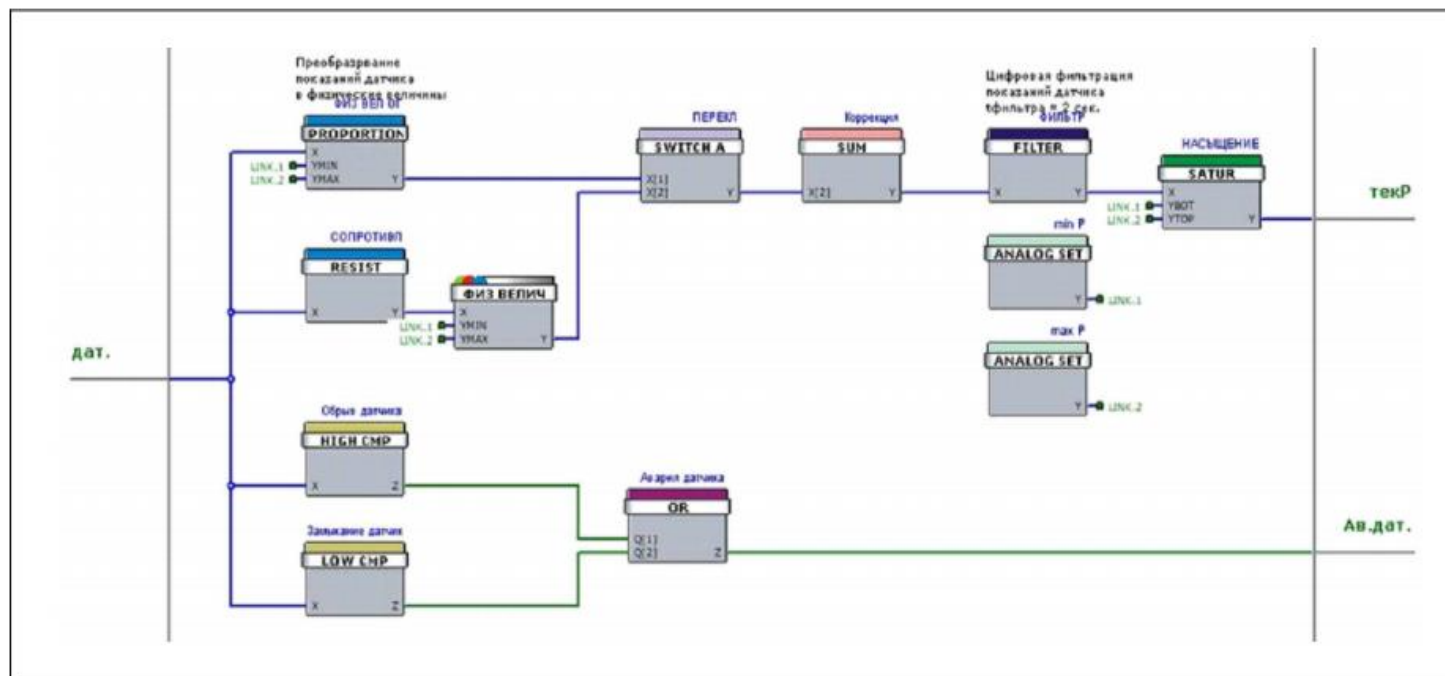
Управление насосами



Управление клапаном подпитки



Давление на контур ГВС и ХВС



Практическая работа №2

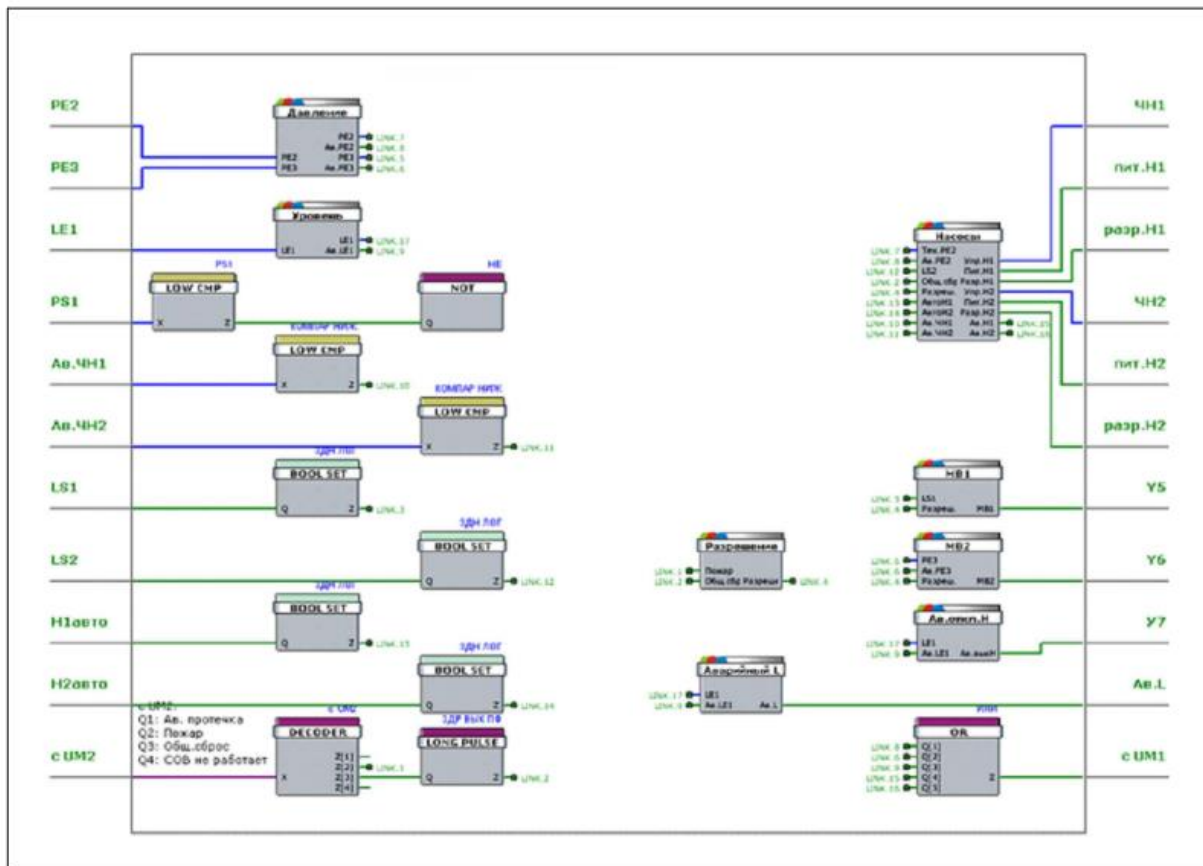
«Управление насосной станцией»

Разработка ФСА насосной станции. Описание входных и выходных параметров. Построение блок – схемы управления насосной станцией. Описание блок-схемы (алгоритма управления).

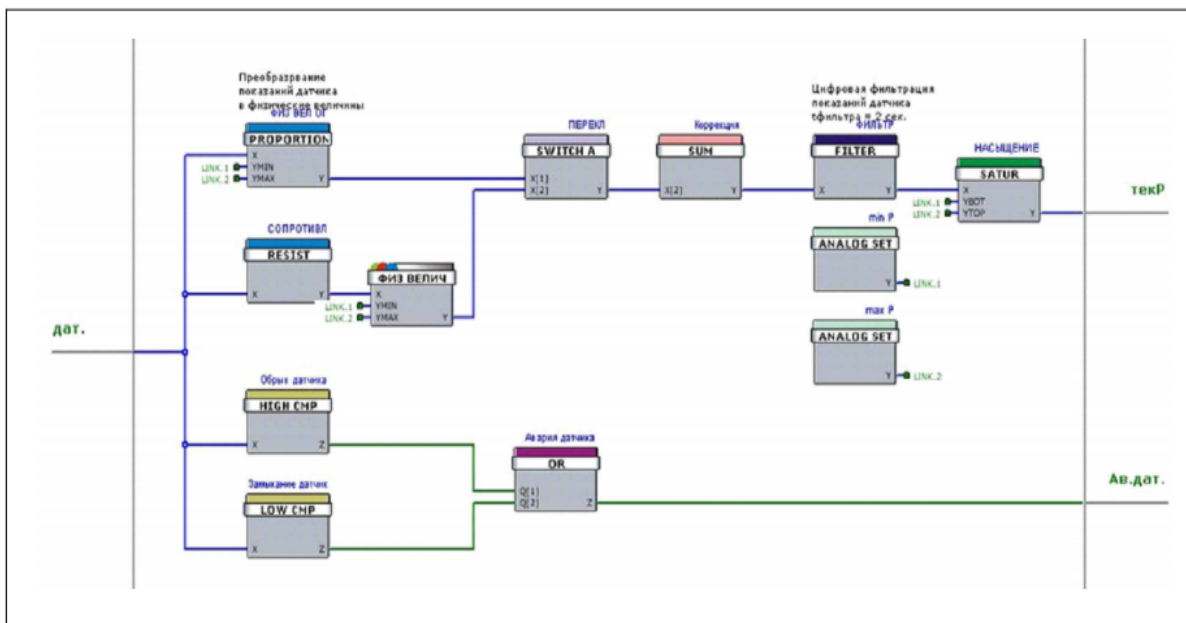
Практическая работа выполняется в программе AutoCAD/ КОНГРАФ/ CONSOLE в лаборатории кафедры.

Разработка алгоритма работы

Стартовая страница алгоритма



Давление после подпитки

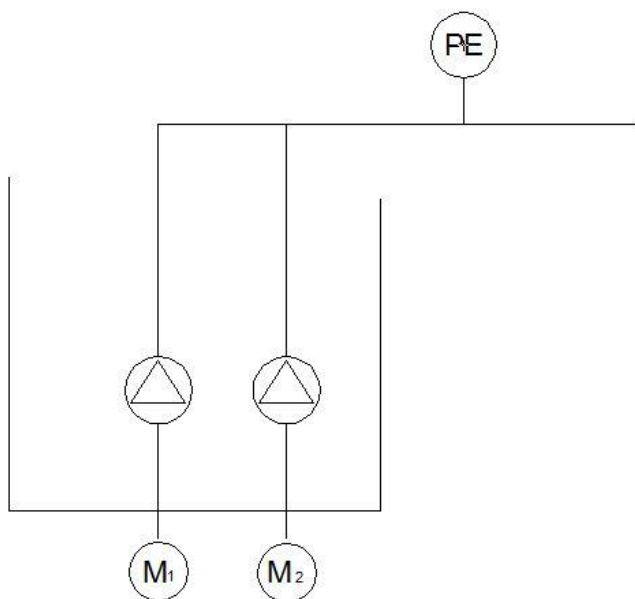


Практическая работа №3

«Управление насосной станцией с частотным преобразователем»

Разработка ФСА насосной станции с частотным преобразователем. Описание входных и выходных параметров. Построение блок – схемы управления регулирующим клапаном. Описание блок-схемы (алгоритма управления).

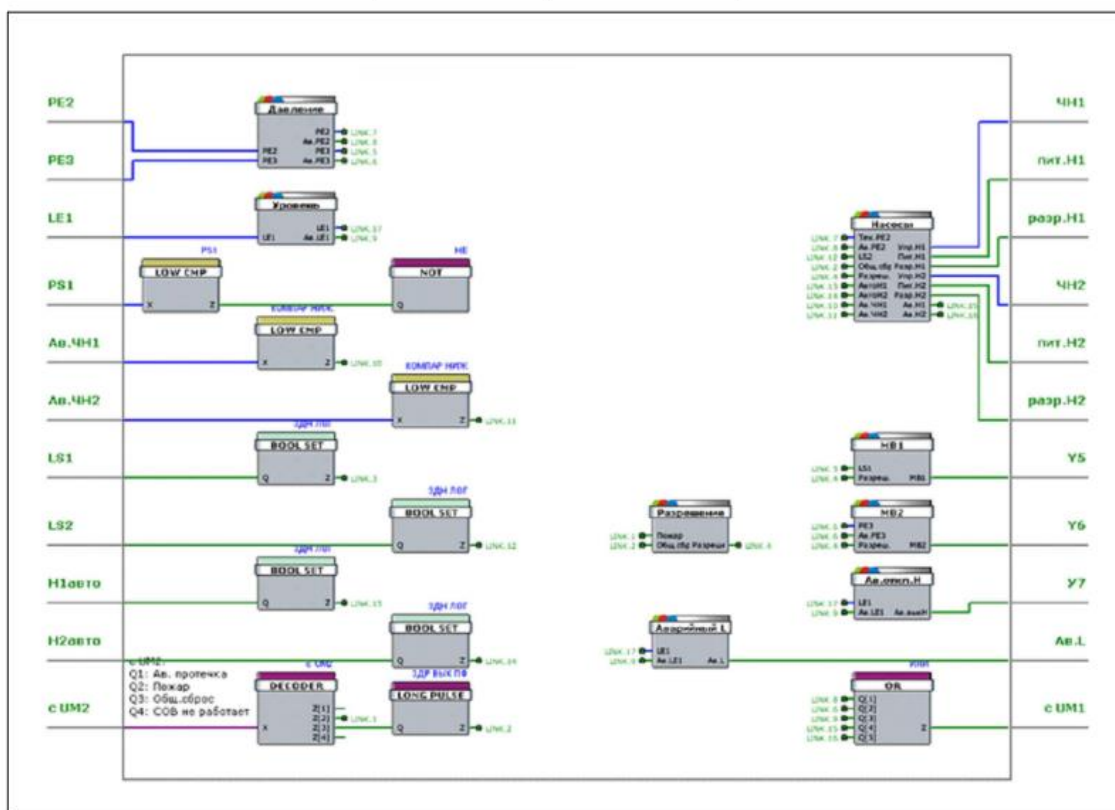
Практическая работа выполняется в программе AutoCAD/ КОНГРАФ/ CONSOLE в лаборатории кафедры.



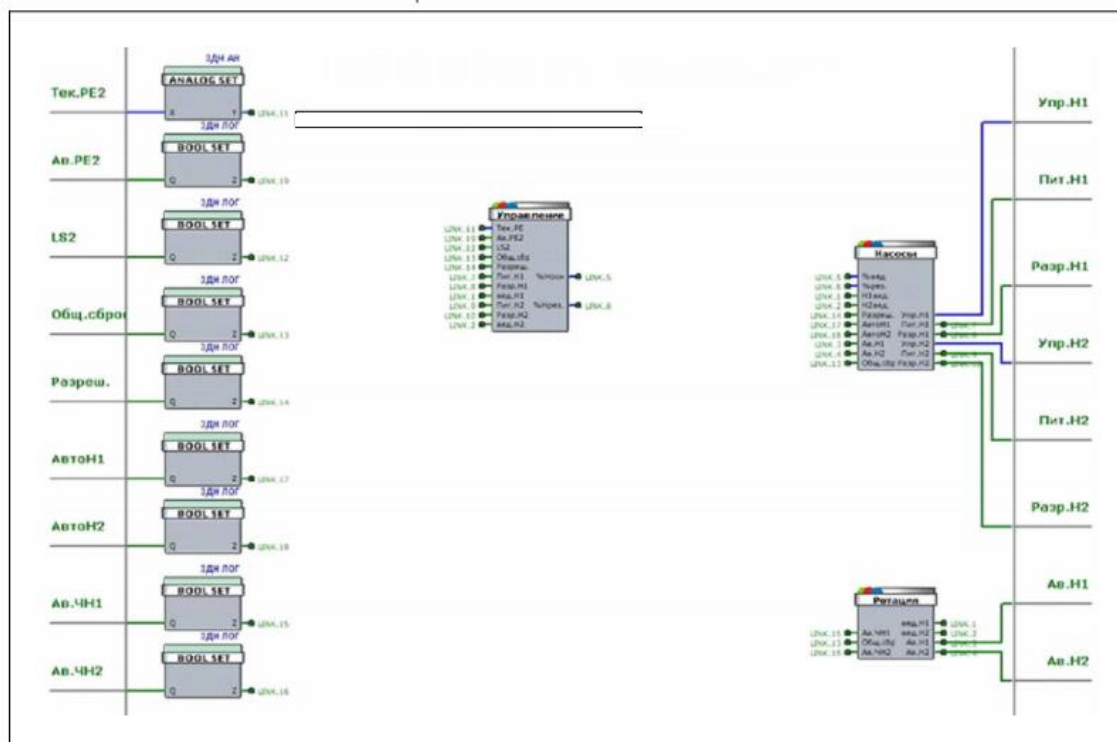
	датчик давления	питание насоса Н1 (вкл/вел)	питание насоса Н2 (вкл/вел)	насоса Н1 в режиме авто	насоса Н2 в режиме авто	сброс аварии	авария Н1	авария Н2
	PE ₁	M ₁	M ₂	SA ₁	SA ₂	SB	A ₁	A ₂
AI	●							
DI				●	●	●		
AO								
DO		●	●				●	●
диспет.	●	●	●	●	●	●	●	●

Разработка алгоритма работы

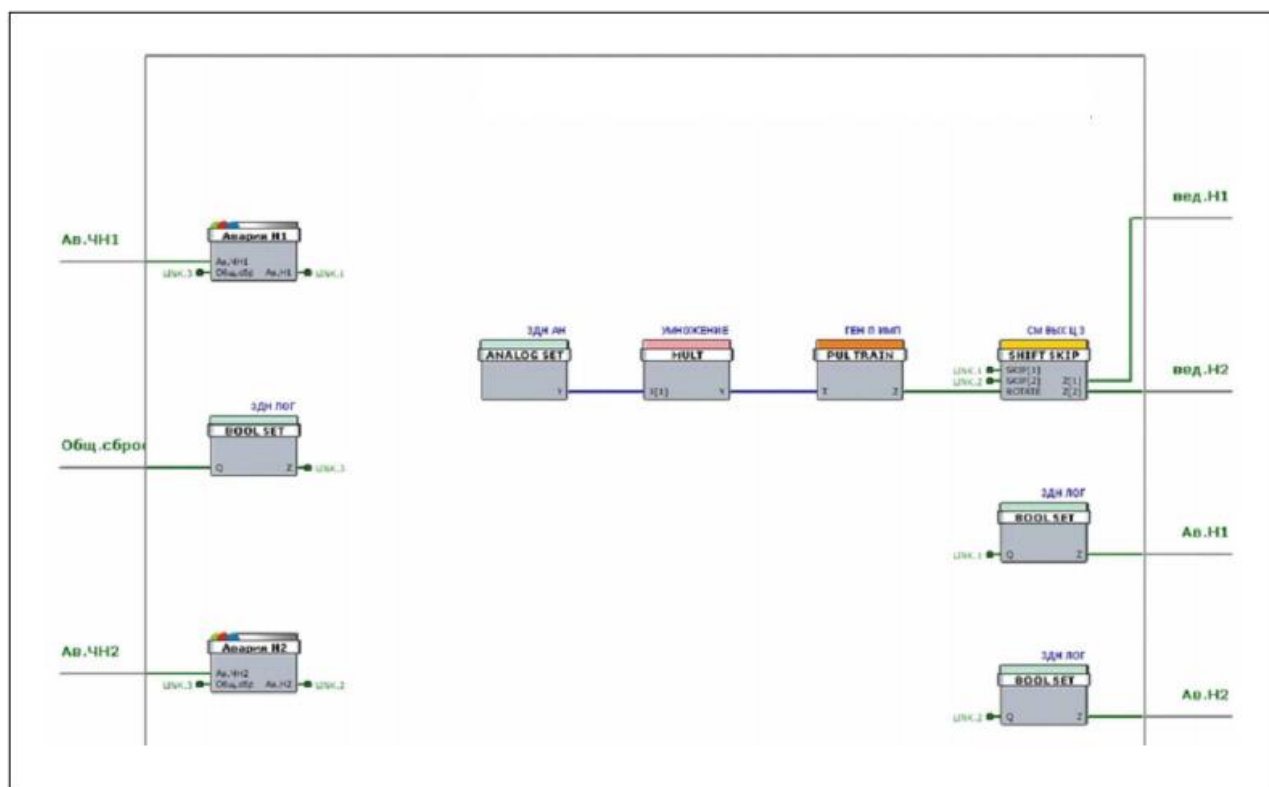
Стартовая страница алгоритма



Управление насосами



Ротация насосов

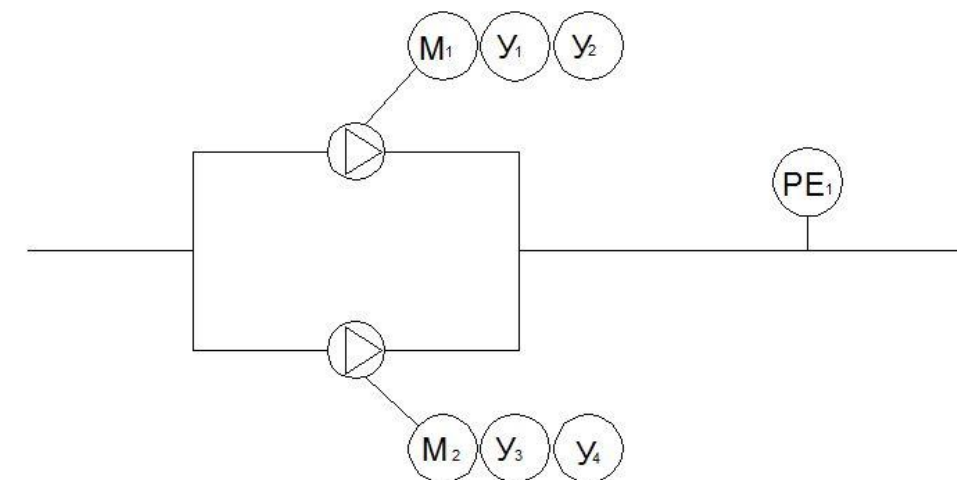


Практическая работа №4

«Управление регулирующим клапаном»

Разработка ФСА регулирующим клапаном. Описание входных и выходных параметров. Построение блок – схемы управления регулирующим клапаном. Описание блок-схемы (алгоритма управления).

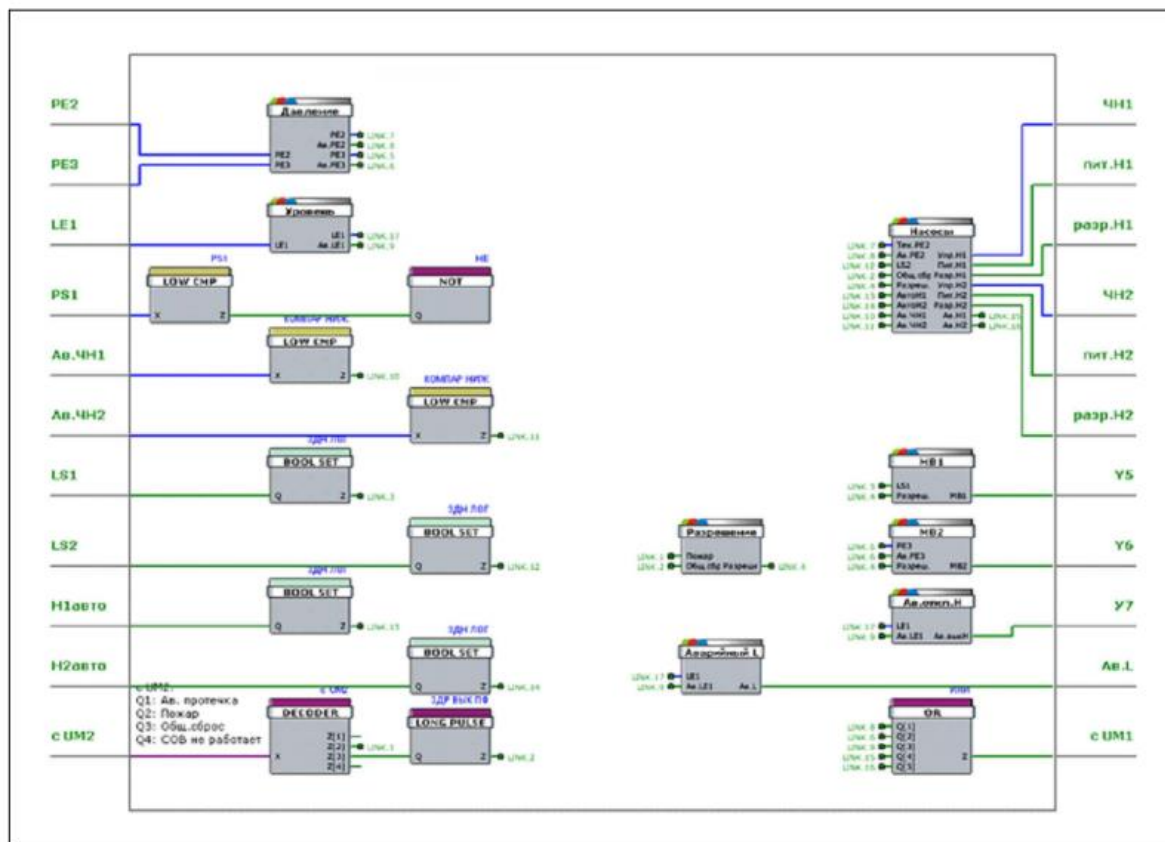
Практическая работа выполняется в программе AutoCAD/ КОНГРАФ/ CONSOLE в лаборатории кафедры.



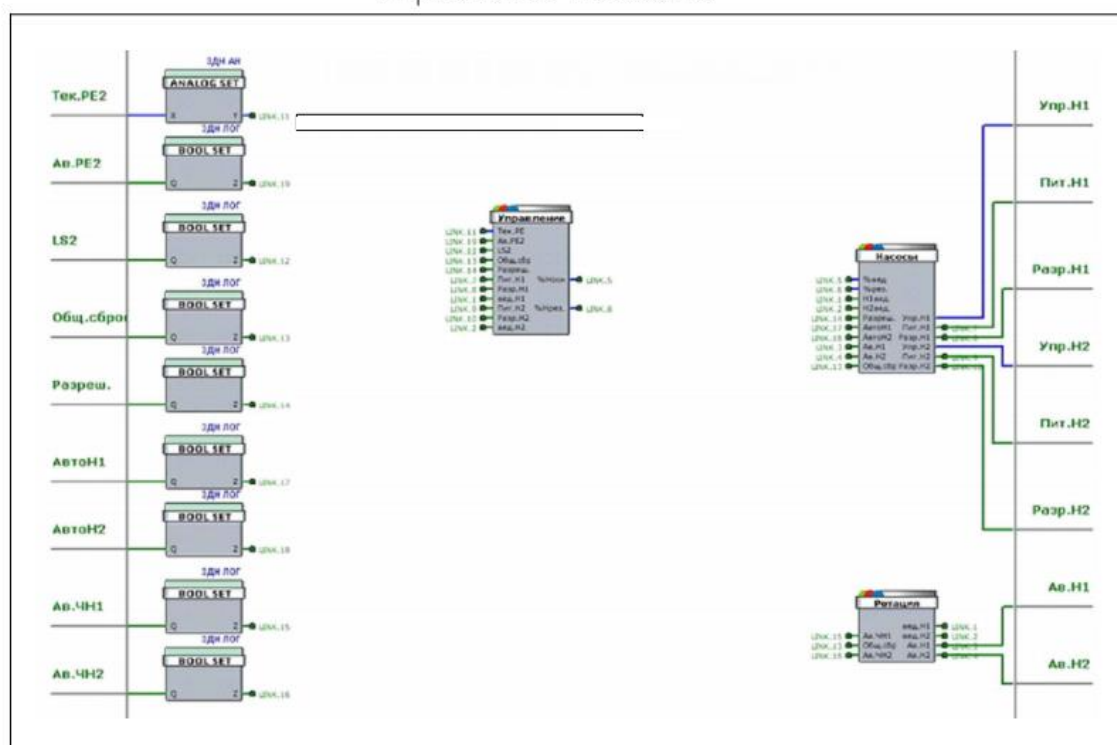
	датчик давления после насоса	подача питания на насос Н1 (вкл/вык)	подача питания на насос Н2 (вкл/вык)	разрешение на управление ЧП Н1	ЧП насос Н1	разрешение на управление ЧП Н2	ЧП насос Н2	авария ЧП насос Н1	авария ЧП насос Н2	авария Н1	авария Н2	насос Н1 в режиме авто	насос Н2 в режиме авто	общий сброс
	PE ₁	M ₁	M ₂	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	AS ₁	AS ₂	A ₁	A ₂	SA ₁	SA ₂	SB
AI														
DI								•	•			•	•	•
AO					•		•							
DO		•	•	•		•				•	•			
диспет.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Разработка алгоритма работы

Стартовая страница алгоритма



Управление насосами

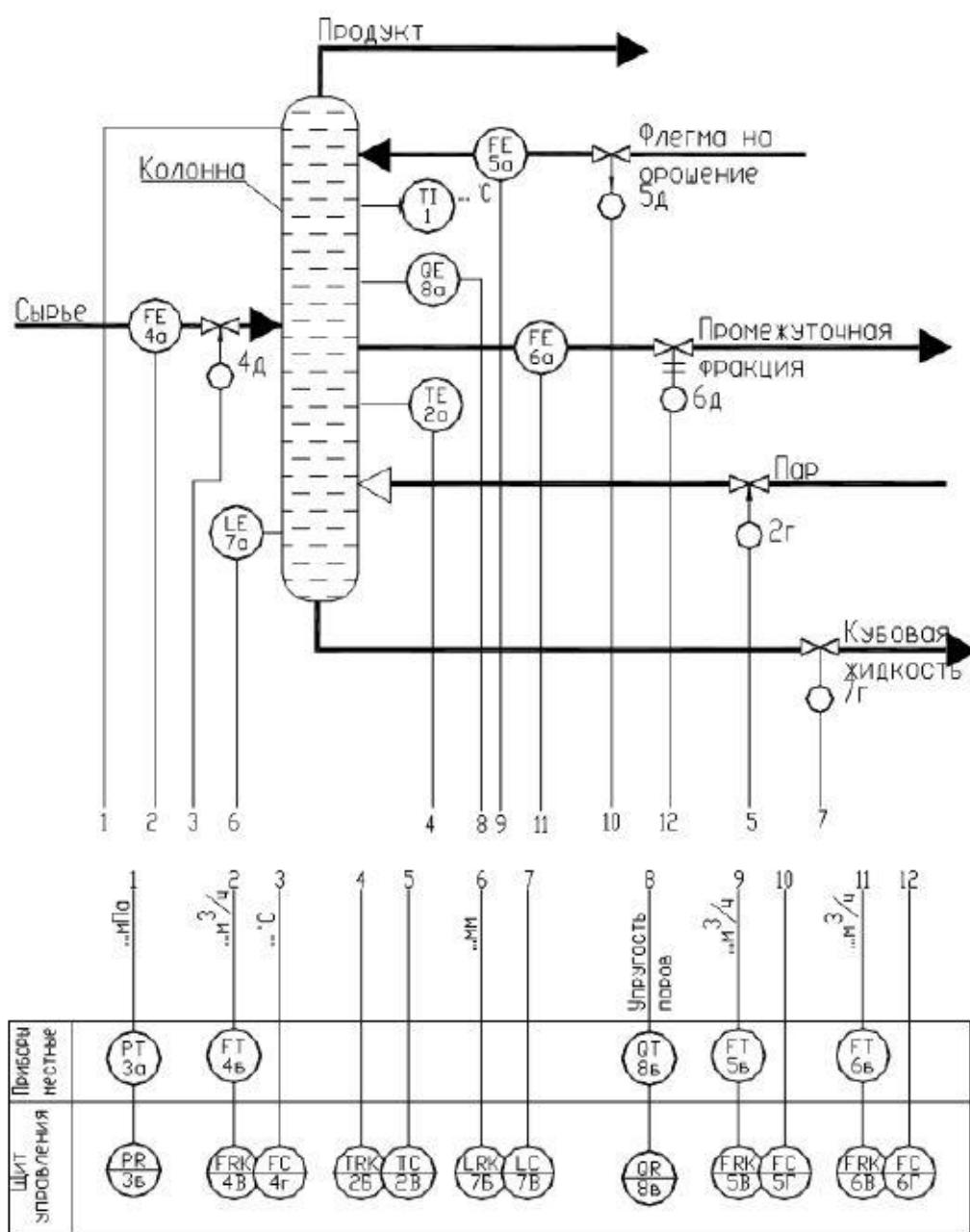


Практическая работа №5

«Управление станцией очистки воды»

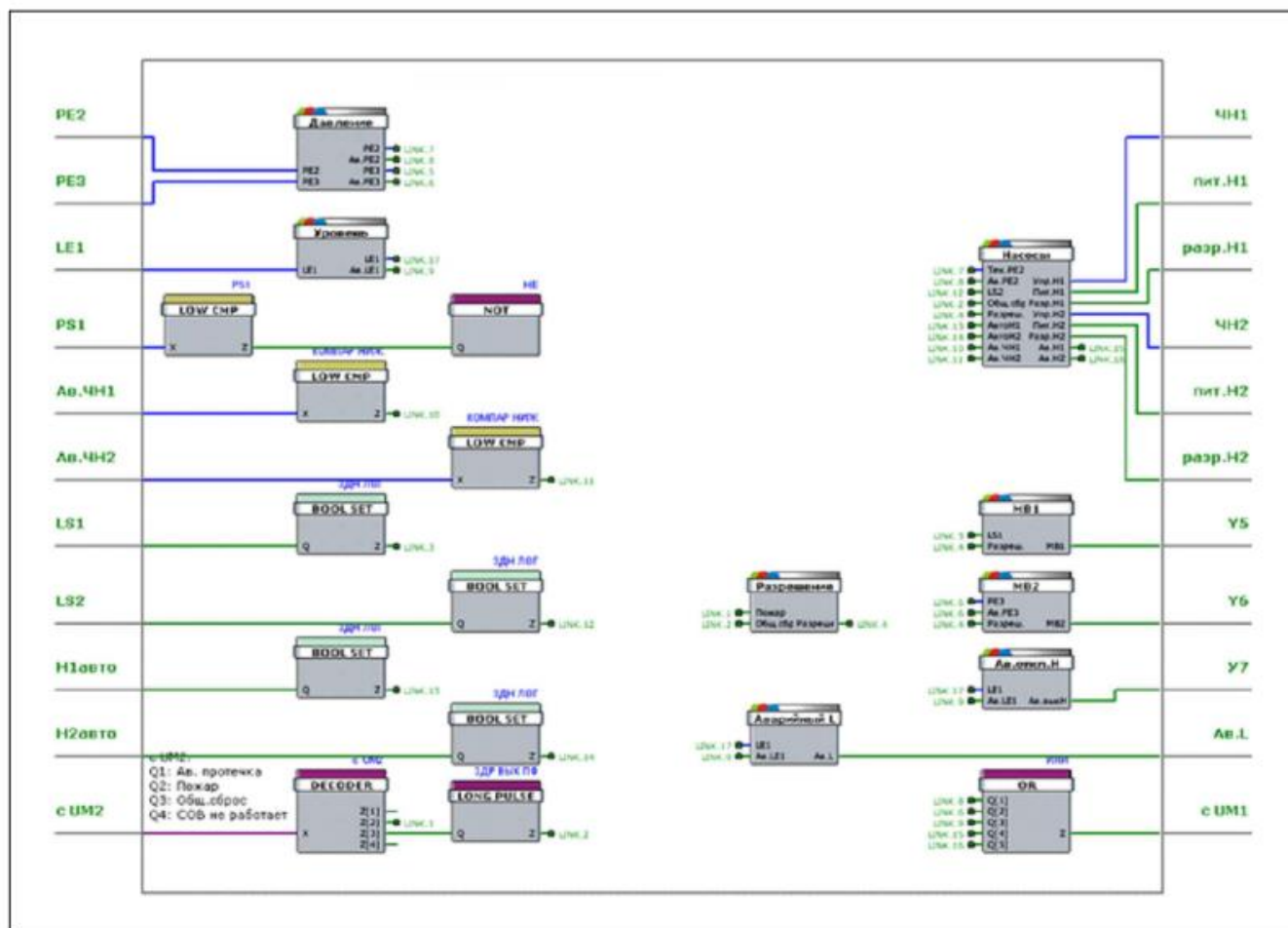
Разработка ФСА станции очистки. Описание входных и выходных параметров. Построение блок – схемы управления станцией очистки. Описание блок-схемы (алгоритма управления).

Практическая работа выполняется в программе AutoCAD/ КОНГРАФ/ CONSOLE в лаборатории кафедры.

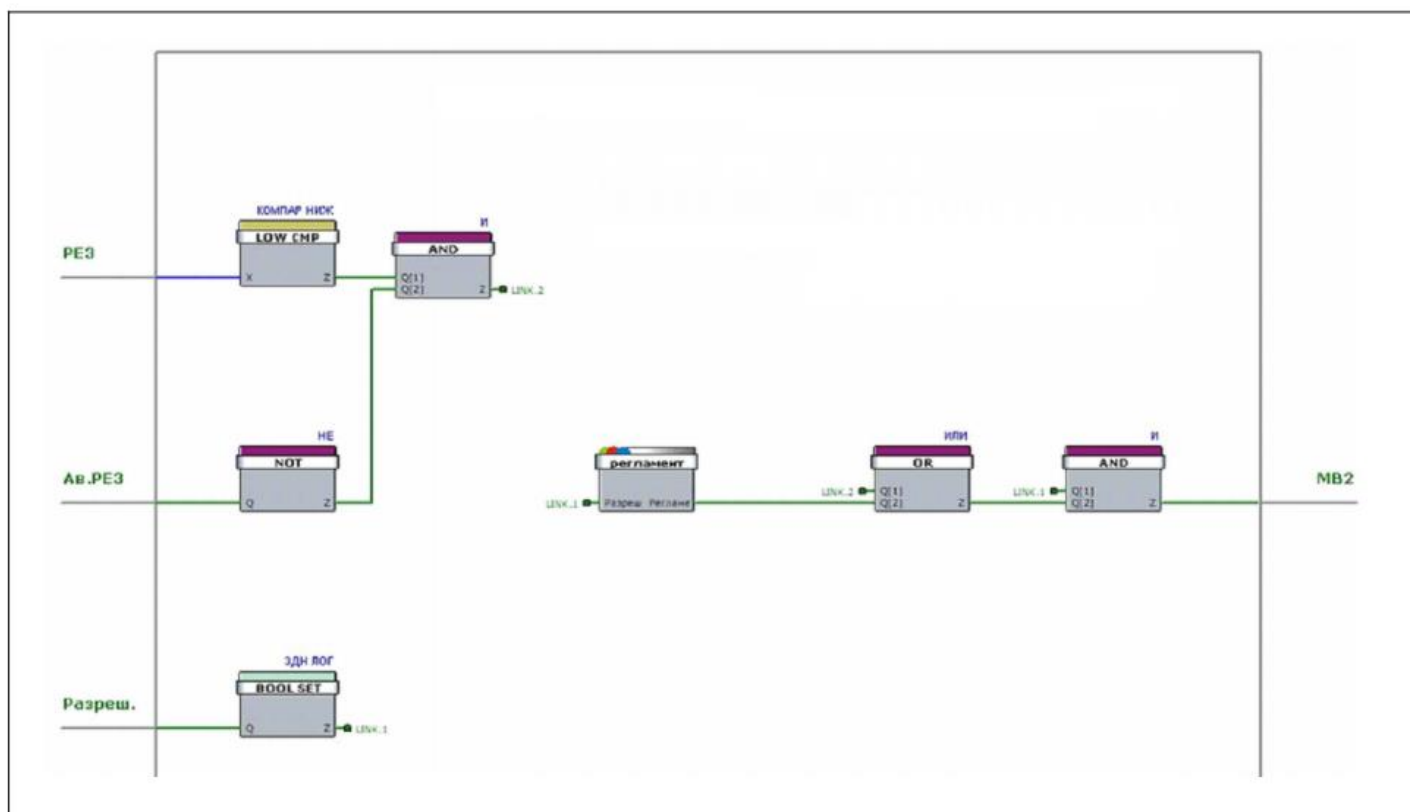


Разработка алгоритма работы

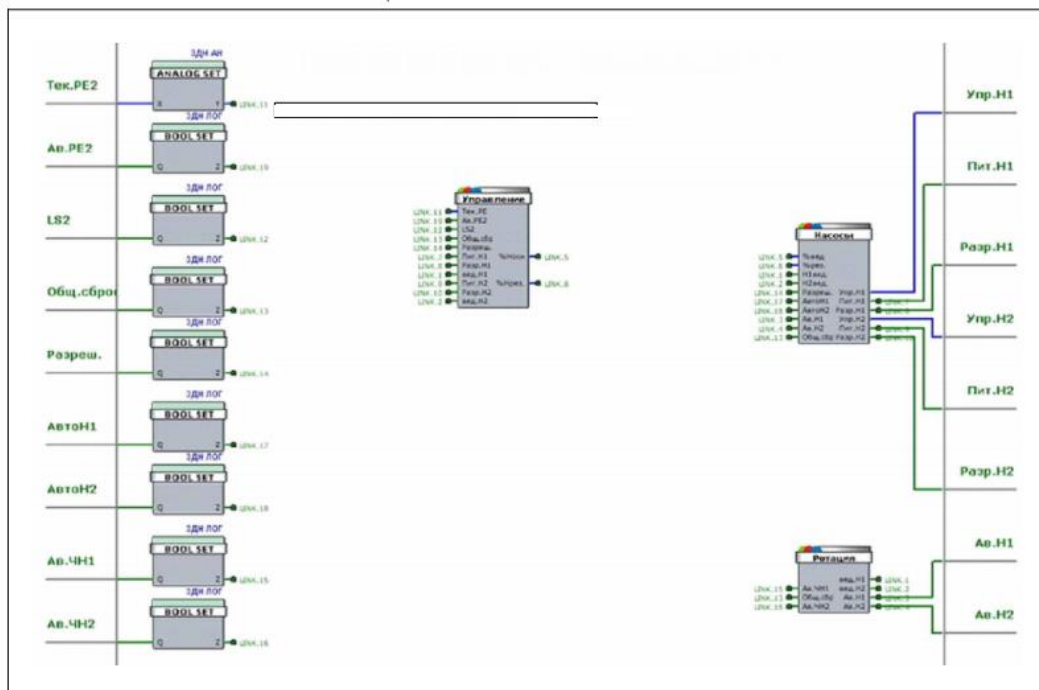
Стартовая страница алгоритма



Управление клапаном подпитки



Управление насосами



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Наладка автоматических систем и устройств управления технологическими процессами. Справочное пособие / Под ред. А. С. Ключева. М.: Энергия, 1977. – 477с.
2. Курсовое и дипломное проектирование по автоматизации технологических процессов / Ф.Я. Изаков, В.Р. Казадаев, А.Х. Ройтман, Б.В. Шмаков. М.: Агропроиздат, 1988. – 183 с.
3. Правила РД 50-213-80 измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами. М.: Издательство стандартов, 1982.
4. Приборы и средства автоматизации: Каталог. ч. 2. Вторичные приборы / Бейгул Е. А., Лебедева З. Б., Поляков В. В. и др. М.: ЦНИИТЭИ приборостроения, 1986.
5. Технические средства АСУ ТП: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В. Б. Яковлева. М.: Высшая школа, 1989.
6. САПР технологических процессов; Под ред. Н. М. Капустина. М.: Изд-во ВЗПИ, 1992.
7. Бородин, И.Ф., Кирилин, Н.И. Практикум по основам автоматики и автоматизации производственных процессов [Текст]. – М. : Колос, 1974. – 255 с.
8. Дорф, Р. Современные системы управления [Текст] / Р. Дорф, Р. Бишоп – М. : Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.: ил.
9. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления [Текст]. – Взамен ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.18-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82, ГОСТ 7.1-2003. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М. : Изд-во стандартов, 2008. – [62 с.] – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).
10. Ключев, А.С. Автоматическое регулирование [Текст]. – М. :

Энергия, 1973. – 392 с.

11. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования уровня [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-1-01. – М.: ООО
12. «НОРМА-РТМ», 2001. – 47 с.
13. Средства автоматизации. Электрические системы регулирования [Текст]: номенклатурный справочник ИМ 14-3-01. – М.: ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 93 с.
14. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования расхода и количества [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-4-01. – М.: ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 65 с.
15. Средства автоматизации. Первичные измерительные преобразователи температуры – преобразователи термоэлектрические и преобразователи сопротивления [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-7-01. – М. : ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 105 с.
16. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования температуры [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-9-01. – М. : ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 93 с.
17. Средства автоматизации. Преобразователи для связи приборов и регуляторов различных систем [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14- 11-01. – М.: ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 31 с.
18. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования давления и разрежения [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-12-01. – М. : ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 105 с.
19. Средства автоматизации. Приборы для измерения и регулирования состава и свойств веществ [Текст] : номенклатурный справочник ИМ 14-18- 01. – М. : ООО «НОРМА-РТМ», 2001. – 65 с.